

# VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUKSEN MONISTESARJA

Nro 155

TUTKIMUS SUOMEN VESI- JA  
YMPÄRISTÖHALLINNOSSA  
Kansainvälinen arviointi 1988

Suomennos



V E S I - J A Y M P Ä R I S T Ö H A L L I T U K S E N  
M O N I S T E S A R J A

Nro 155

TUTKIMUS SUOMEN VESI- JA  
YMPÄRISTÖHALLINNOSSA  
Kansainvälinen arviointi 1988

Suomennos

Vesi- ja ympäristöhallitus  
Helsinki 1989

Vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimuksen kansainvälisen arvioinnin raportti on julkaistu englanninkielisenä (Research in the Finnish Water and Environment Administration: An International Evaluation 1988) ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston julkaisusarjassa (A 74/1988). Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitos on kääntänyt raportin suomen kielelle ja vastaa käännöksen sisällöstä. Käännösjulkaisua saa laitoksen teknillisestä tutkimustoimistosta.

ISBN 951-47-1772-4

ISSN 0783-3288

Painopaikka: Vesi- ja ympäristöhallituksen monistamo,  
Helsinki 1989



## KUVAILULEHTI

Julkaisija

Vesi- ja ympäristöhallitus

Julkaisun päivämäärä

1.3.1989

Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)

Kansainvälinen arviointiryhmä: Fred Roots (Kanada), puh.joht.; Lars Gottschalk (Norja); David Hunt (Iso-Britannia); Sven-Olof Ryding (Ruotsi); Hisashi Sumitomo (Japani); Tuija Talsi, siht.

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)

Tutkimus Suomen vesi- ja ympäristöhallinnossa: kansainvälinen arviointi 1988 (Forskning inom  
Finlands vatten- och miljöförvaltning: internationell evaluering 1988)

Julkaisun laji

Raportti

Toimeksiantaja

Ympäristöministeriö

Toimielimen asettamispvm

14.12.1987

Julkaisun osatTiivistelmä

Ympäristöministeriö teetti vuonna 1988 kansainvälisen arvioinnin Suomen vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimustoiminnasta. Julkaisu on tämän arvioinnin loppuraportin epävirallinen suomennos. Julkaisussa käsitellään vesi- ja ympäristöhallinnon, erityisesti sen vesien- ja ympäristön-tutkimuslaitoksen, tutkimuksen tasoa ja tuloksellisuutta sekä kiinnitetään huomiota varsinkin tutkimuksen tarkoituksenmukaisuuteen Suomen ympäristöongelmien kannalta. Lopuksi esitetään suosituksia ja ehdotuksia menettelytavoiksi, joilla vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimus-toimintaa voitaisiin kehittää.

Asiasanat (avainsanat)

Ympäristöntutkimus, vesihallinto, ympäristöhallinto, arviointi, tutkimus

Muut tiedot

Englanninkielinen loppuraportti on julkaistu ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston julkaisusarjassa (A 74/1988)

Sarjan nimi ja numero

Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 155

ISBN

951-47-1772-4

ISSN

0783-3288

Kokonaissivumäärä

134

Kieli

Suomi

HintaLuottamuksellisuus

Julkinen

Jakaja

Vesi- ja ympäristöhallitus/teknillinen  
tutkimustoimisto

Kustantaja

Vesi- ja ympäristöhallitus

## PRESENTATIONSBLAD

Utgivare

Vatten- och miljöstyrelsen

Utgivningsdatum

1.3.1989

Författare (uppgifter om organet: namn, ordförande, sekreterare)

En internationell evalueringsgrupp: Fred Roots (Canada), ordför.; Lars Gottschalk (Norge); David Hunt (Storbritannien); Sven-Olof Ryding (Sverige); Hisashi Sumitomo (Japan); Tuija Talsi, sekr.

Publikation (även den finska titeln)

Forskning inom Finlands vatten- och miljöförvaltning: internationell evaluering 1988 (Tutkimus Suomen vesi- ja ympäristöhallinnossa: kansainvälinen arviointi 1988)

Typ av publikation

Rapport

Uppdragsgivare

Miljöministeriet

Datum för tillsättandet av organet

14.12.1987

Publikationens delarReferat

Miljöministeriet lät år 1988 utföra en internationell evaluering av forskningen inom Finlands vatten- och miljöförvaltning. Publikationen utgör den inofficiella översättningen till finska av evalueringsgruppens slutrapport. Publikationen tar upp nivån på och resultaten av forskning inom vatten- och miljöförvaltningen och ägnar särskild uppmärksamhet åt den relevans forskningen har med tanke på miljöproblemen i Finland. Där presenteras rekommendationer och förslag till procedurer för utveckling av forskningen inom vatten- och miljöförvaltningen.

Nyckelord

Miljöforskning, vattenförvaltning, miljöförvaltning, evaluering, forskning

Övriga uppgifter

Den engelska slutrapporten har publicerats i miljöministeriets serie (miljövårdsavdelningen, serie A 74/1988)

Seriens namn och nummer

Vatten- och miljöstyrelsens duplikatserie 155

ISBN

951-47-1772-4

ISSN

0783-3288

Sideantal

134

Språk

Finska

PrisSekretessgrad

Offentlig

Distribution

Vatten- och miljöstyrelsen/  
tekniska forskningsbyrå

Förlag

Vatten- och miljöstyrelsen

## RAPORTIN LUOVUTUSKIRJE

Joulukuun 16. pñä 1988

Ministeri Kai Bärhund  
Ympäristöministeriö

Herra Ministeri

Viitaten toimeksiantoonne 14.12.1987 meillä on ilo luovuttaa Teille raportti "Research in the Finnish Water and Environment Administration - An International Evaluation 1988."

Vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimuksen arvioinnin teki kansainvälinen ryhmä, jonka itsenäisesti toimivat jäsenet olivat Kanadasta, Japanista, Norjasta, Ruotsista ja Iso-Britanniasta. Arviointiryhmää ohjasi suomalainen varttuneista tutkijoista ja tutkimusjohtajista muodostettu työryhmä, jonka puheenjohtajana oli Terttu Melvasalo Itämeren suojelukomissiosta. Tämä ryhmä määritteli arvioinnille tavoitteet niin, että arviointiryhmä pystyi suhteuttamaan vesi- ja ympäristöhallinnossa tehtävän tutkimuksen Suomen ympäristökysymyksiin ja tutkimusorganisaatioon.

Arviointityö on perustunut vesi- ja ympäristöhallinnon tärkeimmistä tutkimusohjelmista arviointiryhmää varten laadittuihin kirjallisiin yhteenvetoihin, tutkimustuloksia kuvaaviin tieteellisiin julkaisuihin, OECD:n Suomen ympäristöpolitiikasta vuonna 1986 tekemään arviointiin sekä ryhmän vierailuun Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen ja Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirin toimitiloissa ja laboratorioissa toukokuussa 1988. Arviointiryhmä on pyrkinyt tarkastelemaan saamaansa kirjallista aineistoa, havaintojaan ja keskustelujaan Suomen nykyisten ja ilmeisten tulevien ympäristöongelmien sekä Suomen ja koko maailman tieteen kehittymisen luomaa taustaa vasten.

Arviointiraportissa on huomautuksia ja havaintoja, jotka koskevat Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen, vesi- ja ympäristöpiirien sekä koko vesi- ja ympäristöhallinnon tärkeimpiä tutkimustoimintoja ja niitä tukevia muita toimintoja. Arviointiryhmä on esittänyt joukon suosituksia ja ehdotuksia, joiden toivotaan olevan hyödyllisiä.

On ollut suuri kunnia ja etuoikeus saada tutkia ja arvioida ministeriönne hallinnonalan tärkeimpiä tutkimustoimintoja. Arvioinnin kuluessa olemme oppineet hyvin paljon suomalaisesta ympäristöstä, jota pidämme suuressa arvossa. Samoin olemme tutustuneet suomalaiseen ympäristöntutkimukseen, jota kohtaan tunnemme suurta kunnioitusta ja ihailua. Toivomme,

että kansainvälisestä näkökulmasta tekemämme havainnot - vaikkakin ajoittain kriittisiä joidenkin yksityiskohtien suhteen - auttavat ylläpitämään sen avoimuuden ja oppimishalun ilmapiirin, joka oli niin ilmeinen kautta koko arvioinnin. Tämän asennoitumisen tulosta ovat sekä Suomen ympäristötieteen kansainvälinen arvostus että Suomen ympäristön hyvä tila.

Monet ihmiset näkivät paljon vaivaa auttaakseen meitä arvioinnin suorittamisessa. Heitä on liian paljon, jotta voisimme tässä mainita kaikki. Erityisen kiitollisia olemme kuitenkin ministeriön ympäristönsuojeluosaston osastopäällikölle Olli Ojalalle ja toimistopäällikölle Peter von Boguslawskylle sekä vesi- ja ympäristöhallituksen pääjohtajalle Simo Jaatiselle ja viraston muille johtohenkilöille. Samaten olemme kiitollisia olennaisen ja runsaan tausta-aineiston laadinnasta vastanneen Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen johtajalle ja henkilöstölle, jotka yhdessä Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirin johtajan ja henkilökunnan kanssa kestivät haastattelujen ja keskustelujen paineet. Terttu Melvasalo ja hänen johtamansa suomalainen työryhmä opasti meitä koko työn ajan. Haluamme myös ilmaista kiitollisuutemme Tuija Talsille, joka arvioinnin aikana toimi ryhmän asiantuntevana, tehokkaana ja kärsivällisenä teknisenä koordinaattorina ja sihteerinä.

Kunnioittavasti

E.F. Roots,  
Kanada (puh.joht.)

Sven-Olof Ryding,  
Ruotsi

Lars Gottschalk,  
Norja

Hisashi Sumitomo,  
Japani

David Hunt,  
Iso-Britannia

**TUTKIMUS SUOMEN VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNOSSA,  
KANSAINVÄLINEN ARVIOINTI 1988**

**SISÄLLYSLUETTELO**

	Sivu
<b>RAPORTIN LUOVUTUSKIRJE</b>	5
<b>YHTEENVETO</b>	9
<b>1 JOHDANTO</b>	24
1.1 Tausta, toimeksianto ja menettely	24
1.2 Arvioinnin rajaus ja suuntaaminen	25
1.3 Kiitokset	27
<b>2 VESIEN- JA YMPÄRISTÖNTUTKIMUSLAITOS</b>	28
2.1 Johdanto	28
2.2 Tutkimuksen tavoitteet	30
2.3 Tutkimuksen tieteellinen sisältö	32
2.4 Tutkimuksen voimavarat	37
2.4.1 Tutkimusrahoitus	37
2.4.2 Tieteellinen henkilöstö ja avustava henkilöstö	39
2.4.3 Tutkimuslaitteet ja -välineet	40
2.5 Toiminnallisia ja yleisiä näkökohtia	42
2.5.1 Julkaisutoiminta ja tiedon välittäminen	42
2.5.2 Yhteistyö muiden laitosten kanssa	43
2.5.3 Koulutus	45
2.5.4 Laitoksen ohjelma	45
2.5.5 Tutkimuksen seuranta	48
<b>3 VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON TUTKIMUSTOIMINTA</b>	49
3.1 Johdanto	49
3.2 Tutkimuksen tehokkuus	49
3.3 Tulosten sovellettavuus	51
3.4 Tutkimuksen tarkoituksenmukaisuus Suomen ympäristöongelmien kannalta	53
3.5 Tutkimusohjelmien ja -hankkeiden tieteellinen taso	55
3.5.1 Seurantatoiminta	56
3.5.1.1 Yleisiä huomioita	56
3.5.1.2 Vertailu muihin maihin	57
3.5.1.3 Seurannan suunnittelu	58
3.5.1.4 Veden laadun seurannan erityiskysymyksiä	60
3.5.1.5 Tiedon kerääminen, käsittely ja esittäminen	64
3.5.1.6 Seurantaohjelmien uudelleenarvioinnin tarve	66
3.5.2 Ympäristöä pilaavien aineiden tutkimus	68
3.5.3 Vesistöjen hajakuormitus	76
3.5.4 Pohjavesi- ja maavesitutkimukset	80
3.5.5 Järvien biologiset tutkimukset	82
3.5.6 Mikrobiologia	84
3.5.7 Vesi- ja ympäristöhallinnon matemaattiset mallit	87
3.5.8 Jätevesien, jätteiden ja kemikaalien tutkimus	90
3.5.9 Vesistöiden vaikutusten tutkiminen	95
3.5.10 Hajahuomautuksia hydrologisista tutkimuksista	97

3.6	Hydrologinen kartoitus ja ympäristötieto- järjestelmän kehittäminen	97
3.7	Tietoaaineistot ja tietojenkäsittely	99
4	<b>TULEVAISUUDEN TARPEET JA LIITTYMÄT LAAJEMPIIN KOKONAISUUKSIIN</b>	102
4.1	Kansallisen tutkimustietokannan riittävyys	103
4.2	Suomen ympäristöntutkimuksen suunnittelu	104
4.2.1	Tutkimusohjelman "tasapaino"	105
4.2.2	Tutkimuslaboratorion varustetaso	106
4.2.3	Tutkimussuunnittelu ja tietojärjestelmät	111
4.3	Koordinointi muiden valtion laitosten toiminnan kanssa	111
4.4	Vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimuksen organisointi	113
4.5	Suhteet korkeakoululaitokseen ja suomalaiseen tiedeyhteisöön	114
4.6	Kansainväliset tehtävät ja velvoitteet	115
4.7	Ympäristöinformaatio, ympäristötietoisuus ja ympäristöetiikan kehittyminen	117
5	<b>EHDOTUKSIA JA SUOSITUKSIA</b>	119
	<b>LIITTEET</b>	125
1	Kansainvälinen arviointiryhmä	
2	Arviointia avustanut suomalainen työryhmä (VESTA-ryhmä)	
3	Arvioinnin tavoitteet	
4	Kansainväliselle arviointiryhmälle toimitetut raportit	
5	Ympäristöministeriön ja vesi- ja ympäristö- hallinnon organisaatiokaaviot	
6	Käytetyt lyhenteet	

## YHTEENVETO

### Lähtökohta ja toimeksianto

Kanadalaisen, japanilaisen, norjalaisen, ruotsalaisen ja englantilaisen tutkijan muodostama viisihenkinen ryhmä arvioi ympäristöministeriön pyynnöstä Suomen vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimustoimintaa maaliskuussa 1988. Arvioinnin taustana olivat valtioneuvoston 12.9.1985 eduskunnalle antama selonteko tiede- ja teknologiapolitiikasta sekä valtion tiedoneuvoston valtion tutkimuslaitosten kehittämistä 18.6.1986 esittämä raportti, jotka suosittelivat, että kunkin ministeriön tulisi arvioida hallinnonalaansa tutkimustoiminnan laatu ja tehokkuus.

### Tukiryhmä ja arvioinnin tavoitteet

Arviointiryhmää opasti suomalainen työryhmä, joka koostui monien eri alojen tieteellisten laitosten johtajista ja varttuneista tutkijoista. Tukiryhmä määritteli arvioinnin tavoitteet, joissa korostettiin tarvetta selvittää tutkimuksen kustannus-tehokkuussuhdetta, tutkimustulosten hyödyllisyyttä ja käyttökelpoisuutta hallinnon tiedontarpeiden kannalta, tutkimuksen tarkoituksenmukaisuutta Suomen tärkeimpien ympäristöongelmien kannalta sekä tutkimuksen ja sen tulosten tieteellistä laatua.

### Arviointimenettely

Arvioinnille annettujen tavoitteiden saavuttamiseksi arviointiryhmä tutustui keskeisten tutkimusalojen yhteenvetoihin, joita olivat laatineet vesi- ja ympäristöhallinnon tärkeimpien tutkimusohjelmien tutkijat ja johtajat, sekä luki huolellisesti tieteellisestä ja teknisestä toiminnasta ja tutkimustuloksista julkaistut raportit. Lisäksi ryhmä haastatteli tutkijoita ja tutkimusjohtoa sekä tutustui Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen ja Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirin toimitiloihin ja tutkimuslaitteisiin toukokuussa 1988 Suomeen tekemänsä vierailun aikana.

### Yleiset johtopäätökset Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksesta

Arviointiryhmä havaitsi, että Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitos toimii hyvin. Sen tutkimushankkeet kohdistuvat Suomen kannalta tärkeisiin ympäristöongelmiin. Saadut rahoitusresurssit käytetään huolellisesti, ja tuottavuus mitattuna tieteellisen perusaineiston tuotantona tai tutkimuksen tuloksina saatuna uutena tieteellisenä tietona on hyvin vertailukelpoinen muiden maiden samankokoisten ja samanluonteisten laitosten tuottavuuden kanssa. Älyllinen ilmapiiri uutta tutkimusta ajatellen on hyvä. Tutkimuksen tarvitsemat toimitilat, laitteet ja välineet ovat enimmäkseen tarkoitustaan vastaavia. Tutkimuslaitoksen tieteellinen työ, vaikkakin monissa suhteissa



lähestymistavoiltaan ja alaltaan perinteistä, on useimmissa aihepiireissä tasolla, joka mahdollistaa kanssakäymisen ja keskustelun näiden aihepiirien johtavien tutkijoiden kanssa muissa osissa maailmaa. Kotimaisissa ja kansainvälisissä aikakausjulkaisuissa esitetyt tutkimustulokset kestävät hyvin vertailun muiden maiden valtionlaitosten julkaiseman aineiston kanssa ja sisältävät eräitä töitä, jotka ovat alallaan johtavassa asemassa koko maailmassa.

### **Nykyisten ja mahdollisten tulevien ongelmien tärkeimmät syyt**

Vaikka tilanne on yleisesti ottaen hyvä käynnissä olevan tutkimuksen osalta, Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksella on edessään eräitä vakavia ongelmia, joista osa on jo tunnettuja ja osa potentiaalisia. Syitä odotettavissa oleviin ongelmiin ovat erityisesti seuraavat:

- 1 Vesi- ja ympäristöhallituksen, entisen vesihallituksen, toimenkuva on viime vuosina laajentunut uusille tehtäväalueille. Tämä laajentaa Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen tutkimusvastuuta uusille ympäristötieteen tutkimusalueille lisäämättä kuitenkaan samassa suhteessa taloudellisia voimavaroja tai tieteellistä asiantuntemusta.
- 2 Vesi- ja ympäristöhallinnolla on valtakunnallinen vastuu hydrologisen ja vesien tilaa koskevan tiedon tuottamisesta. Tämän tiedon tulee olla entistä tarkempaa ja edustavampaa ja palvella laajaa käyttäjäkuntaa. Tiedon tuottaminen edellyttää hyvin uudenaikaisia ja vaativia seurantaohjelmia, jotka sinänsä eivät ole tutkimusta ja joiden sisällyttäminen tärkeänä osana tutkimuslaitoksen tehtäviin synnyttää ongelmia tutkimuksen johtamisessa ja priorisoinnissa.
- 3 Tutkimuslaitoksella on suuri joukko Suomen ympäristötiedon hankkimisen kannalta tarpeellisia pieniä, erillisiä tutkimusprojekteja, joiden toteutus riippuu tieteen ja tekniikan kehityksestä sekä ulkopuolisista yhteyksistä ja joiden tehokkuus kärsii huomattavasti, jos voimavarat tai tutkimusedellytykset vähänkin muuttuvat.

Edellä lueteltujen tekijöiden käsittely vaatii huolellista suunnittelua sekä huomion kiinnittämistä tutkimuslaitoksen organisaatioon ja johtamiseen. Lisäksi edellytetään vesi- ja ympäristöhallinnolta ja ympäristöministeriöltä tehokkaita toimia, joilla varmistetaan, että valtiovalta osoittaa riittävästi voimavaroja ja huomiota ympäristöongelmien ratkaisemisessa välttämättömälle tieteelliselle työlle.

### **Uudet tarpeet ja ympäristötiedon kasvava merkitys edellyttävät lisää investointeja ympäristöntutkimukseen**

Viime vuosien merkittävä kehitys ympäristökysymyksissä ja tieteessä sekä muutokset Suomen yleisen mielipi-

teen, kunnallis- ja lääninhallinnon sekä elinkeinoelämän suhtautumisessa ympäristön laatuun ja luonnonvarojen käyttöön ja hoitoon ovat lisänneet ympäristökysymysten julkista, poliittista ja taloudellista merkitystä. Tämä on heijastunut muutoksina ympäristöministeriössä sekä vesi- ja ympäristöhallinnon tehtäväläalueessa. Uusi ja kasvava huolenaihe on Suomen kansantalouden tärkeiden lohkojen - metsätalouden, maatalouden ja kalatalouden - riippuvuus ympäristön laadusta ja jatkuvasta tuottokyvystä. Varteentotettava ongelma on myös se, että Suomen ympäristö on erityisen herkkä alueellisten ja globaalisten ilmastonmuutosten, happaman sateen, metsäteollisuuden kemikaalien aiheuttaman laajalle levinneen pilaantumisen jne. vaikutuksille. Yhteenvetona voidaan todeta, että edellä esitetyt kehityssuunnat todennäköisesti johtavat siihen, että valtiovalta ja kansalaiset yhä enemmän vaativat 1) uudenaikaisempaa ja kehittyneempää ympäristötietoa ja sen tulkintaa sekä 2) Suomessa tärkeiksi todettujen ympäristöongelmien korkeatasoista tutkimusta. Täyttääkseen nämä vaatimukset Suomen on muutaman lähivuoden aikana lisättävä investointejaan ympäristöntutkimukseen. Vesi- ja ympäristöhallinnon on valmistauduttava tyydyttämään välittömät tarpeet nykyisillä voimavaroilla ja samanaikaisesti suunniteltava tulevaa laajentuvaa toimintaa, mikä on välttämätöntä, jos Suomi aikoo huolehtia ympäristötehtävistään tulevina vuosina.

#### **Voimavarojen lisäämistarve tieteellisen tuottavuuden ja laadun ylläpitämiseksi**

Vesi- ja ympäristöhallinnon (Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen sekä vesi- ja ympäristöpiirien) tutkimusohjelmien yleinen tieteellinen tuottavuus on hyvä suhteessa nykyiseen budjettiin ja vesi- ja ympäristöhallinnon tieteelliseen ohjelmaan. Arviointiryhmä ennakoi kuitenkin, että tulossa on vakavia ongelmia, niin nykyisen hyvätasoisien tieteellisen tuotannon ylläpitämisessä kuin tutkimusresurssien käytön yleisen tehokkuuden ylläpitämisessäkin, jos tutkimusrahoituksen taso pysyy nykyisellään tutkimustehtävien kuitenkin laajentuessa. Tärkeimmät syyt tähän vakavaan johtopäätökseen ovat seuraavat:

- Ympäristöasiat ovat tulossa yhä vakavammiksi ja monimutkaisemmiksi ja niiden hoitamisessa tarvittava tutkimus on kehittyneempää, monipuolisempaa ja kalliimpaa kuin aikaisemmin.
- Ympäristöasioista tulee yhä keskeisempiä valtionhallinnon päätöksenteossa niiden oltua tähän saakka marginaalisia kysymyksiä. Näin on Suomessa yhtä hyvin kuin muuallakin. Tämä asettaa valtion ympäristöhallinnolle vastuun oman tutkimustoiminnan järjestämisestä. Oma tutkimusta tarvitaan hankittaessa uutta tietoa sekä kehitettäessä ja testattaessa välineitä ja menetelmiä tämän tiedon käyttämiseksi. Siksi valtion ympäristöhallinnon on annettava ympäristöpolitiikassa tutkimukselle

etusija, mikä merkitsee myös haastetta tieteellisten tarpeiden tyydyttämisessä.

- Ympäristötieteiden edistymisessä ja tieteellisen osaamisen kehityksessä on Suomessa tultu vaiheeseen, jossa tehokkaan tutkimuksen on siirryttävä kokonaan uudelle tasolle. Tälle tasolle ovat ominaisia kvantitatiivinen prosessien tutkimus, kokonaisvaltainen monitieteinen synteesi, vaikutusten ennustaminen sekä voimakas vuorovaikutus laitosten kesken.

Kaikki nämä muutokset laajentavat ympäristöntutkimuksen alaa ja lisäävät sen tehokkuutta kansallisten ja kansainvälisten ongelmien käsittelyssä, mutta ne lisäävät myös kustannuksia.

Tulevaisuudessa ympäristöntutkimusta ei tule arvioida pelkästään saatavan uuden tieteellisen tiedon perusteella, vaan on pidettävä silmällä myös sitä, kuinka hyvin tutkimustulokset auttavat ennakoimaan ja välttämään tai korjaamaan ympäristöongelmia, jotka tulevat ratkaistaviksi vuosikymmenien päästä. Suomen on syytä tarkastella nykyisen ympäristöntutkimusbudjetin sa riittävyyttä tässä valossa.

#### **Tutkimuksen tulisi perustua ministeriön tarpeisiin**

Vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimusohjelmien tulisi perustua ympäristöministeriön tieteellisiin tarpeisiin ja ottaa huomioon seuraava:

- On välttämätöntä jakaa voimavarat nykyisten vakiintuneita tarpeita tyydyttävien toimintojen ja uusien toimintojen kesken. Uudet toiminnot täytyy aloittaa nyt, jotta tyydytettäisiin tulevaisuuden tarpeet; kuluu kymmenisen vuotta uuden tutkimusohjelman aloittamisesta, ennen kuin se alkaa merkittävästi tuottaa sovellettavissa olevaa uutta tietoa.
- On tarpeen hankkia ajan tasalla olevaa tieteellistä perusaineistoa ajankohtaisista kiireellisistä kysymyksistä samoin kuin hankkia yhdenmukaisesti tai laaja-alaisesti informaatiota pidemmän aikavälin ympäristöominaisuuksista, -trendeistä tai -muutoksista.
- On tarvetta hankkia luotettavaa tietoa kansallisella pohjalla sellaisista kysymyksistä kuin ilmaston muutos tai viljelymenetelmien muutokset, jotka ovat vaikutuksiltaan niin pitkäaikaisia, ettei minkään yksittäisen hallituksen ohjelma eikä ympäristöministeriön hallinnonala niitä yksin kata.
- Vesi- ja ympäristöpiirien tunnusomaiset alueelliset ja paikalliset tarpeet tulee tyydyttää osana kansallista ympäristöntutkimusohjelmaa.

- On tarpeen kehittää tehokas ja selväpiirteinen menettely tieteellisten tutkimustulosten siirtämiseksi valtakunnallisen ja alueellisen hallinnon ammatilliseen ja ympäristöpoliittiseen käyttöön.

#### **Paikallisia tarpeita palveleva tutkimus**

Vesihuollon, ympäristönsuojelun ja jätehuollon tutkimusohjelmien sovittamiseksi paikallisiin oloihin tarvitaan ajan tasalla jatkuvasti pidettävä valtakunnallinen johtamisjärjestelmä. Tulee myös varmistua siitä, että näissä tutkimusohjelmissa luodaan tehokkaasti toimivat yhteydet lääninhallintoon ja kunnallisiin hallintoelimiin. Ohjelmia toteutettaessa on noudatettava yhtenäistä valtakunnallista politiikkaa.

#### **Tutkimustavoitteiden määrittelyn tarve**

Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitokselle tulisi määritellä tutkimustavoitteet, jotka liittyvät selkeästi ympäristöministeriön ympäristöpoliittisiin tavoitteisiin. Laitoksen kaiken tieteellisen toiminnan tulisi perustua näihin tavoitteisiin.

#### **Hydrologisen ja vesien tilan seurannan arviointitarve**

Vesien määrää ja tilaa koskevat laajat seurannat ovat yksi vesi- ja ympäristöhallinnon päätehtävistä ja -velvoitteista. Samalla kun on tärkeää huolehtia yli 80 vuoden ajan systemaattisesti harjoitetun aineiston keruun riittävästä jatkuvuudesta, jotta hyödyllisten mittausten pitkät aikasarjat säilyvät, on olemassa monia uusia ja erilaisia tarpeita kerätä ja käyttää vesien seurantatietoa. Vaaditaan myös uusia tarkkuus- ja edustavuusstandardeja. Lisäksi on seurattava uusia kemiallisia ja biologisia vesien tunnusarvoja sekä otettava käyttöön uusia havaintovälineitä ja aineiston käsittelymenetelmiä. Vaikka vesien seuranta ei sinänsä ole tutkimusta, tulisi huolellisesti selvittää käyttäjien tarpeita, havaintojen tieteellistä suhdetta havaittuihin hydrologisiin prosesseihin sekä seurantatekniikoita, tavoitteena nykyaikaisen valtakunnallisen vesien seurantaohjelman aikaansaaminen. Seurantaohjelman tulee tuottaa aineistoa, joka sopii yhteen aikaisemmin kerätyn aineiston kanssa mutta vastaa myös nykyisiä ja tulevia tiedontarpeita. Arviointiryhmä suosittelee vesien seurannan huolellista ja kriittistä tarkastelua (ks. tämän yhteenvedon viimeistä kohtaa).

#### **Ympäristöä pilaavien aineiden tutkimuksen johtaminen**

Vesi- ja ympäristöhallinnon suorittaman ympäristöä pilaavien aineiden ja niiden vaikutusten tutkimuksen monipuolisuus on vaikuttava. Tällaisia tutkimuksia ovat olleet niin laajat pitkäaikaiset tutkimukset kuten HAPRO-projekti, johon myös useat muut tieteelli-

set laitokset ottavat osaa, kuin myös suppeammin kohdennetut tutkimukset kuten tiettyihin vesieliöihin kerääntyvien toksisten aineiden määrittämistestien kehittäminen tai julkisuudessa paljon huomiota saaneiden ympäristöpoliittisten kysymysten, esim. elohopean ympäristövaikutusten, tutkiminen. Yleensä näiden tutkimusten tieteellinen taso on ollut korkea. Tutkimusta vaativien aiheiden määrä on niin valtava ja mahdollisuudet kiinnostavaan ja tuottavaan tieteseen niin suuria, että on olemassa houkutus yrittää enemmän kuin mihin voimavarat kunnolla riittävät. Eräiden tutkimusten tehokkuus tulisikin varmistaa pienillä resurssillisäyksillä. Toinen mahdollisuus olisi valita vähemmän tutkimusprojekteja mutta panostaa vastaavasti niihin enemmän. Tieteellisen johdon on syytä huolellisesti paneutua ympäristön pilaantumistutkimusten priorisointiin. Johdon on otettava huomioon tieteelliset toteuttamismahdollisuudet, käytettävissä oleva asiantuntemus sekä tutkimuslaitteet ja välineet, samoin kuin aiheiden poliittinen ja ympäristönsuojelullinen merkitys. Lisäksi johdon on suhteutettava tutkimuspanostus tutkittavien ongelmien tärkeyteen. Erityisesti on tarpeellista tärkeimpien tutkimusprojektien päättymisvaiheessa arvioida saatu uusi tieto ja varmistaa, että tämä tieto lisätään siihen tietopääomaan, jonka varaan vesi- ja ympäristöhallinnon muu tutkimus rakentuu.

### Hajakuormitus

Hajakuormituksen aiheuttama alueellinen vesien pilaantuminen, esimerkiksi maatalouden tai metsätalouden vaikutuksesta, ei ole Suomessa vielä saavuttanut hälyttäviä mittasuhteita. On kuitenkin otettava vakavasti huomioon hajakuormituksen mahdolliset pitkäaikaiset haitalliset vaikutukset Suomen herkkiin ekosysteemeihin. Tämänlaatuiset ongelmat edellyttävät erilaista ympäristöntutkimusotetta kuin tärkeimpien ympäristömyrkkyjen valvonta. Vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimukset ovat kiitoksen ansaitseva alku ennakoivan tiedon tuottamiselle. Tätä tietoa tarvitaan käsiteltäessä ongelmia, joita yleisesti ottaen ei voida ratkaista enää sitten, kun niiden vaikutukset tulevat ilmi, mutta joita voidaan parhaiten torjua valtakunnallisella ja alueellisella ympäristönsuojelupolitiikalla ennen niiden esiintuloa eikä pääasiallisesti valvomalla tiettyjä ympäristön pilaajia. Tehokkaampi tutkimusohjelma tällä alueella olisi Suomen valtiolle hyvä investointi. Arviointiryhmä ehdottaakin, että laadittaisiin kokonaissuunnitelma hajakuormituksen tieteellistä tutkimusta, aineiston keräämistä ja pilaantumisen estämiseksi tarvittavaa menetelmien kehittämisysteistyötä varten. Näin luotaisiin puitteet tämän aihepiirin jatkokäsittelylle.

## Järvien biologinen tutkimus

Järvien biologinen tutkimus etenee tieteellisessä mielessä hyvin. Samoin edistyy järvien biodynamiikan uusi tutkimus sekä tutkimus, joka koskee fysikaalisten ja kemiallisten muutosten vaikutuksia vesiekosysteemeihin. Myös järvien käyttäytymisen mallintaminen on varsin pitkällä. Huomiota pitäisi kiinnittää siihen, miten uusi tietämys järvien ominaisuuksista ja käyttäytymisestä saataisiin tehokkaimmalla tavalla niiden viranomaisten käyttöön, jotka ovat vastuussa järvien tilalle asetettavista laatuvaatimuksista sekä näiden vaatimusten voimaan saattamisesta. Myös tämä aihepiiri hyötyisi tutkimusta, aineiston keruuta ja tiedon siirtoa koskevan työohjelman laatimisesta. Tällöin Suomen järvien tutkimukseen käytettävät voimavarat tuottaisivat suurimman tieteellisen ja käytännöllisen hyödyn.

## Ympäristömikrobiologian tutkimus

Vesi- ja ympäristöhallinnon sinänsä vaatimaton mikrobiologinen tutkimusohjelma on tieteellisesti hyvä-tasoinen ja kohdistuu tärkeisiin ihmisten ja kotieläinten terveyteen liittyviin kysymyksiin. Viime aikoina todetut laaja-alaiset ympäristöongelmat ovat osoittaneet maaperän ja vesien mikrobiologisten prosessien merkityksen ja useita käytännön ongelmien kannalta tärkeitä alueita, joilla tarvitaan uutta ympäristömikrobiologista tutkimusta. Terveys-, eläinlääkintä-, maatalous-, kalatalous- ja ympäristöviranomaisten tulisi yhdessä suunnitella mikrobiologisen tutkimuksen suuntaamista ja painottamista Suomessa. On toivottavaa, että vesihallinnon tieteellisen neuvottelukunnan<sup>1</sup> mikrobiologian työryhmä, jonka sihteeristön tehtävistä Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitos huolehtii, kiinnittää varhaisessa vaiheessa huomiota tarpeeseen suunnata Suomen mikrobiologista tutkimusta voimakkaasti ympäristökysymyksiin. Boreaalisten alueiden ja taigavyöhykkeen mikrobiologisten kysymysten erityisluonne tekee yhteydenpidon ja tutkimustulosten vaihdon lisäämisen muiden pohjoisten maiden mikrobiologien kanssa suotavaksi ja ajankohtaiseksi.

## Matemaattiset mallit ympäristöntutkimuksessa

Ympäristöprosessien ja niiden ominaispiirteiden matemaattisten mallien ja niiden rajoitusten hallinta on Suomessa korkealla tieteellisellä tasolla. Useimmat vesi- ja ympäristöhallinnon käyttämät mallit ovat suhteellisen yksinkertaisia ja tavanomaisia, mutta niitä käytetään tehokkaasti ja tutkimusohjelmiin hyvin yhdenmukaisesti. Vaikka vesi- ja ympäristöhallinnolla ei ole laajempaa erillistä ympäristömallien kehittämistoimintaa, sillä on riittävä kyky soveltaa

---

<sup>1</sup> Suomentajan huomautus: Nykyään vesi- ja ympäristöhallituksen

olemassa olevia malleja Suomen oloihin tai kehittää tarvittaessa uusia malleja. Ympäristöongelmien tutkimuksen lisääntyvä monimutkaistuminen, Suomen osallistuminen uusiin kansainvälisiin ympäristön muutosten tutkimusohjelmiin, jotka pohjautuvat vahvasti ympäristöolojen alueelliseen ja globaaliseen matemaattiseen simulointiin, sekä vesi- ja ympäristöpiirien varustaminen uudenaikaisemmilla ja kehittyneemmällä tiedonkäsittelylaitteistoilla kuitenkin kaikki lisäävät tarvetta kehittää vesi- ja ympäristöhallinnossa erityistä ympäristömallintamisen asiantuntemusta ja laitteistoja. Tutkimusjohdon täytyy valpaa seurata näitä kehityssuuntia ja luoda niiden pohjalta yhtenäinen järjestelmä, jossa mikään yksittäinen osa-alue ei saa liikaa painoa. Tulee myös varmistua siitä, että ympäristön seuranta ja ympäristön mallintamishjelmat kehittyvät tiiviissä yhteydessä toisiinsa.

### Jätehuollon tutkimus

Jätevesien ja kiinteiden jätteiden tutkimus on laajentunut nopeasti. Tämän kehityksen tuloksena on tällä hetkellä pieni, mutta laaja-alainen ohjelma, joka kohdistuu jätevesien ja lietteen käsittelyyn, päästöjen vaikutusten kemialliseen ja biologiseen seurantaan, kaatopaikkojen ja vaarallisten jätteiden säilytyspaikkojen rakennesuunnitteluun ja moniin kiinteiden jätteiden ongelmiin. Vesi- ja ympäristöhallinnon yhteydet moniin muihin jätehuollon eri alueista tieteellisesti tai teknisesti kiinnostuneisiin organisaatioihin ovat hyvät. Jätehuoltosäännösten laadinnasta ja jätehuoltotoiminnasta vastaavien viranomaisien halu soveltaa tutkimustuloksia ennen kuin tutkimukset ovat valmiit ja ratkaisut perinpohjaisesti testattu vaikeuttaa tutkimusta. Nykyinen ohjelma on tehokas käytännön tasolla ja sitä toteutetaan ponnekaasti, mutta sille olisi hyödyksi selväsanaisempi tutkimuspoliittinen tuki ja ohjaus. Olisi hyödyllistä laatia yleinen jätehuollon tutkimussuunnitelma, josta asiasta kiinnostuneet eri osapuolet voisivat sopia. Tällainen suunnitelma tekisi tutkijoille mahdolliseksi painotusten ja tavoitteiden asettamisen sekä aikataulujen laadinnan. Se olisi pohjana osapuolten väliselle yhteistyölle, joka on oleellista tällä alalla. Sen avulla voitaisiin myös ennakoita tutkimusresurssien tarve. Tutkimuspoliittista ohjausta tarvitaan myös suunniteltaessa tutkimusta tukevia analyttisiä valmiuksia, sillä jätehuollon tutkimusohjelma voi olla vain niin hyvä kuin tutkimuksen kaikissa vaiheissa käytettävissä oleva kemiallinen ja biologinen analytiikka.

### Rakennushankkeiden ympäristövaikutusten arviointi

Voidaan olettaa, että vesi- ja ympäristöhallinnon rooli laaja-alaisen elinkeinotoimintaa koskevien ja alueellisten kehityshankkeiden ympäristövaikutusten arvioinnissa tulee kasvamaan vuosi vuodelta. Tämä



edellyttää Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitokselta ja vesi- ja ympäristöpiireiltä selvityksiä ja joskus uutta tutkimusta. Toiminta on hyvin julkista ja poliittisesti huomiota herättävää, ja se vaatii yhteistyötä muiden valtion tutkimuslaitosten, maakunnallisten ja valtakunnallisten elinten, yliopistojen ja elinkeinoelämän kanssa. Vesi- ja ympäristöhallinnolla on ollut tämänlaatuista kiitoksen ansaitsevaa toimintaa, mm. Pohjanmaan vesistötöiden ympäristövaikutusten tutkimus. Vesi- ja ympäristöhallinto on hankkinut arvokasta kokemusta ympäristötieteen ja -tutkimuksen soveltamisesta rakennushankkeisiin ja alueellisiin investointeihin. Tämän tyyppisissä tehtävissä tulee esiin monia ongelmia, kuten useiden laitosten ja viranomaisten yhteistutkimusten johtaminen, kaksisuuntainen kommunikaatio kansalaisten kanssa heille tärkeistä ympäristöasioista sekä pitkäaikaisten ympäristötutkimusten rahoittaminen, kun julkinen ja poliittinen mielenkiinto - vaikkakin alussa suurin usein katoaa kehittämispäätöksen jälkeen. On tärkeää, että tämä kokemus ei pääse häviämään. Samoin on tärkeää, että projektityyppiset tutkimukset eivät ainoastaan tuottaisi tieteellistä aineistoa ja tutkimustuloksia liitettäväksi yleiseen tietämykseen, jolle tulevaisuuden tutkimus ja ympäristön tilan arviot perustuvat, vaan että varaudutaan käynnissä olevilla ja jatkotutkimuksilla määrittämään todelliset ympäristövaikutukset seuraavina vuosina ja tarkistamaan ympäristön tilan arvioinnin aikana tehdyt ympäristövaikutuksia koskevat ennusteet. On myös tärkeää, että johtamis- ja kommunikointitaidoille, joita vesi- ja ympäristöhallinto on kehittänyt ja jotka ovat oleellisia menestyksellisessä julkisten töiden ja elinkeinoelämän toiminnan ympäristövaikutusten arvioinnissa, annettaisiin niille kuuluva arvo ja ne säilytettäisiin ja niitä kehitettäisiin osana valtakunnallista ympäristövaikutusten arviointiasiantuntemusta.

## Maastotietojärjestelmä FINGIS

Suomen maastotietojärjestelmä, FINGIS, on tärkeä askel kohti organisoitua ja tulevaisuudessa yleisesti saatavilla olevaa koko maan ympäristöä, luonnonvaroja ja maastoa koskevaa tietoa. Täysin kehitettynä, käyttökunnossa ja ympäristötietokeskuksen yhteydessä (ks. seuraavaa kohtaa) se muodostaa tietopohjan, jolla on kiistaton arvo investointien suunnittelussa, alueellisessa ja paikallisessa suunnittelussa, ympäristön tilan arvioinnissa ja valvonnassa sekä monissa koulutus-, johtamis- ja tutkimustehtävissä. Vesi- ja ympäristöhallinto on ollut avainasemassa kehitettäessä ja perustettaessa FINGIS:tä. Vesi- ja ympäristöhallinnon tulisi jatkaa tutkimustoimintaansa, jotta varmistettaisiin muiden ympäristötiedon alueiden kunnollinen liittäminen FINGIS-järjestelmään. Näitä alueita ovat pohjavedet, likaavien aineiden leviäminen, kasvipeite ja ilmaston muutokseen liittyvät ilmiöt. Vesi- ja ympäristöhallinnon tulisi myös varmistaa, että kaikkien kyseeseen tulevat yksiköt on varustettu riittävil-

lä laitteilla ja välineillä, jotta ne voivat saada täyden hyödyn FINGIS-järjestelmästä.

### **Tiedon hallinta ja ympäristötietokeskus**

Vesi- ja ympäristöhallinto on edistynyt erinomaisesti toteuttaessaan vuonna 1985 aloittamaansa tietojenkäsittelyn kehittämisohjelmaa sekä automaattisen tietojenkäsittelyn ja tietokonepohjaisen tiedonsiirtojärjestelmän käyttöönotto-ohjelmaa, joiden vuoteen 1995 ulottuva toteutus- ja koulutusaikataulu on ihailtavan kunnianhimoinen. Suunnitelma ei ole pelkästään hyvä käytännön investointi parantaessaan tuottavuutta ja teknistä tehokkuutta, vaan se on toiminut myös virikkeenä uudenaikaistamisprosessissa, joka on yhdistänyt vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimus-, käyttö- ja johtamistoimintoja. Uudenaikaistaminen on lisäksi toiminut älyllisenä ja käytännöllisenä yhdyssiteenä keskusviraston tieteellisten yksiköiden ja piirien välillä. Ympäristötietokeskuksen perustaminen vesi- ja ympäristöhallitukseen on kouriintuntuva osoitus luotettavan ympäristötiedon valtakunnallisen merkityksen tunnustamisesta. Ympäristötiedolla on merkitystä niin valtion viranomaisille kuin yksityisille kansalaisillekin. Tietokeskus on tärkeä vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimusohjelmille tarjotessaan aineistoa, johon tulevaisuuden ympäristöntutkimus paljolti perustuu. Se tarjoaa pohjan kansallisille ja kansainvälisille ympäristön tilan valvontaohjelmille (esim. Pohjoismaiden kesken ja Euroopan talouskomissiossa). Erityistutkimukset saattavat olla tarpeen määriteltäessä keskukseen kerättävälle aineistolle tarkkuus- ja edustavuuskriteereitä ja kehitettäessä aineiston laadun valvontaa.

### **Määräaikaisten arviointien tarve asetettaessa tärkeysjärjestykseen aloja, joilta tutkimus puuttuu**

Vaikka Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksessa tutkitaan hyvin monia ongelmia, on silti olemassa nyt tai odotettavissa tulevaisuudessa eräitä ympäristön kannalta tärkeitä ongelma-alueita, joilla systemaattinen tieteellinen tutkimus ja tietämys näyttää olevan riittämätöntä. Tietenkin näillä aloilla saavutetaan paljon pitämällä yhteyksiä muissa maissa tehtävään tutkimukseen, mutta myös Suomessa tarvitaan keskitettyjä tutkimusohjelmia tuottamaan tai soveltamaan Suomen ympäristölle, voimavaroille ja instituutioille soveltuvaa tieteellistä tietämystä. Esimerkkeinä aihepiireistä, joissa Suomen ympäristöntutkimusta olisi hyödyllistä vahvistaa, voidaan mainita tutkimukset, jotka koskevat a) ympäristövahinkoja sisämaassa ja rannikolla, b) selluloosa- ja paperiteollisuuden päästöjen pitkäaikaisia ja laajalle levinneitä vaikutuksia sisävesissä, c) torjunta-aineiden ja lannoitteiden vaikutuksia Suomelle tunnusomaisissa boreaalisissa ekosysteemeissä, d) happamoitumisen vaikutusta ilmaston muutoksen alaisiin metsiin sekä e) mikrobiologisten prosessien osuutta kylmän maaperän jätehuollossa ja talvisin jäässä olevissa vesissä, joihin

tulee pieni nettovirtaus. Koska tarpeellisen tutkimuksen luettelo tulisi hyvin pitkäksi, on ilmeistä, että Suomea hyödyttäisi sellainen systemaattinen menettely, jossa arvioitaisiin ympäristöntutkimustarpeet valtakunnalliselta pohjalta. Tällöin voitaisiin asettaa tutkimusprioriteetit ja tavoitteet, laatia aikataulut ja ottaa huomioon uusien ohjelmien aloittaminen sekä laitteistojen hankinta keskeyttämättä tärkeimpiä käynnissä olevia ohjelmia, joiden jatkuvuus on tärkeää.

#### **Tekijöitä, jotka saattavat tulevaisuudessa vaikuttaa tutkimuksen organisointiin**

Monista muuttuvien sosiaalisten, taloudellisten ja poliittisten olojen aiheuttamista tekijöistä seuraavat ovat todennäköisesti erityisen tärkeitä vesi- ja ympäristöhallinnon tieteellisten toimintojen organisoinnin kannalta:

- pyrkimys hajauttaa tieteellisiä toimintoja pääkaupunkiseudulta vesi- ympäristöpiireihin ja lääneihin
- tärkeiden ympäristökysymysten kasvava maantieteellinen ulottuvuus sekä aiheiden monitahoisuuden lisääntyminen, niin että monet tutkimustoiminnot tulevaisuudessa koskevat useita Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen toimistoja ja vesi- ja ympäristöpiirejä
- lisääntyvä tarve yhteistutkimuksiin valtion muiden tutkimusorganisaatioiden, korkeakoulujen ja elinkeinoelämän tutkimusyksiköiden kanssa
- tarve tuottaa tutkimusohjelmilla yhdenmukaista ja sopivaa aineistoa uudelle ympäristötietokeskukselle.

Nämä ja eräät muut kehityssuunnat nostavat esiin johtamiskysymyksiä sekä vaihtoehtoisia mahdollisuuksia ympäristöntutkimuksen suorittamiseen Suomessa, ja niillä on vaikutusta maan ympäristötieteen kehittyvään laitosrakenteeseen.

#### **Joustavuuden tarve voimavarojen kohdentamisessa**

On erittäin tärkeää, että Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen organisaatorakenne kehitetään määrärahojen käytön ja hallinnon suhteen joustavaksi. Näin voitaisiin muovata tutkimusohjelmaa vastaamaan uusia painotuksia, hyödyntää uusia tekniikoita tai uutta asiantuntemusta sekä suunnata voimavaroja siten, että säästöt jollakin alueella käytetään tukemaan tutkimusprojekteja jollakin toisella, siitä eniten hyötyvällä alueella.

## **Tutkimuslaboratorion laitehankintojen suunnittelu**

Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen tutkimusta tukevien laitteiden hankinta on suunniteltava huolellisesti. Erityisen tärkeää on laatia hyvin perusteltu jatkuvasti täydennettävä investointisuunnitelma tutkimuslaboratorion analyysilaitteistojen hankintaa varten. Tällä tavoin varmistetaan, että tutkimuslaboratorio pystyy suoriutumaan ympäristönsuojelun ja tutkimuksen analytiikan alati kasvavista vaatimuksista (analyysien valikoima, herkkyys ja tarkkuus) sitä mukaa kuin jatkuva teollistuminen Suomessa ja ympäröivillä alueilla lisää määritettävien aineiden lukua ja kompleksisuutta. Suunniteltaessa tärkeimpien laitteistojen hankintaa on kiinnitettävä huomiota myös pitkään käyttöönottoaikaan, joka tarvitaan ennen kuin monimutkaiset laitteet saadaan asennetuiksi ja täysin käyttökuntoon. Juuri nyt on tutkimuslaboratorioon kiireellisesti saatava korkean erotuskyvyn nestekromatografi (HPLC). Muiden arvioinnin aikana yksilöityjen tärkeimpien laitteiden hankintatarve on määrääjain tarkistettava. On tärkeää pitää mielessä, että käytettävissä olevien analyysilaitteiden laadulla ja teholla on vaikutusta käytännön ympäristönsuojelun strategiaan ja näin myös Suomen ympäristön tilan kehittymiseen.

## **Tutkimusyksiköiden välinen yhteydenpito**

On kiinnitettävä entistä enemmän tietoista huomiota tieteelliseen kommunikaatioon ja tietojen vaihtoon Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen, vesi- ja ympäristöpiirien ja muiden ympäristön kanssa tekemisissä olevien valtion tutkimus- ja tiedeyksiköiden välillä.

## **Yhteistutkimus hajautetussa hallinnossa**

Sitä mukaa kuin hallinnon hajauttaminen maakuntatasolle edistyy, tulee huolehtia siitä, että vesi- ja ympäristöhallitus, lääninhallitukset, kunnat ja paikalliset yliopistot kehittävät yhteistyössä johdonmukaisia ja toisiaan tukevia ympäristöntutkimusohjelmia.

## **Rannikkovesien ja meren tutkimus**

Vesi- ja ympäristöhallituksen yhteistyö Merentutkimuslaitoksen kanssa on eräillä aloilla jo hyvin kehittynyttä vuonna 1979 yhdessä aloitetun rannikkovesien ja merialueen seurantaohjelman ansiosta. Yhteistyötä tulee kehittää edelleen tavoitteena tehokas kokonaisuohjelma maalla tapahtuvien toimintojen rannikkovesille ja meriympäristölle aiheuttamien vaikutusten tutkimiseksi. Tasapainoinen ja yhtenäinen tutkimusohjelma vahvistaa Suomen asemaa kansainvälisesti ja maan panosta alueellisessa ja globaalissa tutkimuksessa.

## **Yhteistyö muiden viranomaisten kanssa, jotka ovat vastuussa ympäristöasioista**

Vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimusohjelmien laajuus ja tehokkuus sekä tutkimustulosten menestyksellinen hyväksikäyttö ympäristöministeriön toiminnassa riippuvat suuresti määrin siitä, millä tasolla vuorovaikutus ja yhteistyö vesi- ja ympäristöhallinnon ja muiden tutkimusta suorittavien tai ympäristöstä vastaavien valtion laitosten välillä on. Nämä laitosten väliset suhteet ovat olleet yleensä hyvät. On ollut myös suhteellisen helppoa ja luontevaa säilyttää ne sellaisina, kun entiselle vesihallitukselle kuuluivat melkein yksinomaan vain vesiasiat ja se tuotti vesien seurantatietoja ja tieteellisiä tutkimustuloksia, jotka olivat hyödyllisiä monille laitoksille, mutta eivät aiheuttaneet ristiriitaa minkään laitoksen kanssa. Nykyisin vesi- ja ympäristöhallinnon vastatessa laajemmin ympäristöasioista tutkimus- ja tiedonkeruutoiminta kuitenkin ulottuu alueille, jotka kuuluvat talous-, energia-, terveys-, aluesuunnittelu-, elinkeinosuunnittelu- tai ulkoasiainviranomaisille ja on luultavampaa, että ristiriitoja muiden laitosten tai ministeriöiden kanssa syntyy. Vesi- ja ympäristöhallinnon tulee tiedostaa tiiviin ja vaivatoman yhteistyön tärkeys monien tutkimus- ja ympäristöyhteistyökumppaniensa kanssa. Nykyisiä hyviä suhteita ei tule pitää itsestään selvinä vaan on kiinnitettävä huomiota niiden vaalimiseen.

## **Tutkijoiden ja muun henkilökunnan koulutus**

Vanhan tiedon ja taidon kertaukseen ja uuden oppimiseen tähtäävä vesi- ja ympäristöhallinnon uusiin ympäristötehtäviin sovellettu koulutusohjelma tutkijoille, tekniselle tukihenkilöstölle ja johdolle olisi monessa suhteessa hyödyllinen. Se parantaisi teknistä tehokkuutta ja yhtenäisyyttä siirtymävaiheen aikana, auttaisi henkilöstön työmoraalin säilyttämisessä ja edistäisi kommunikaatiota nykyistä laajemman tiede- ja ympäristöyhteisön kanssa.

## **Osallistuminen globaaliin ja laaja-alaisiin kansainvälisiin tutkimusohjelmiin**

Suomi on avainasemassa monissa kansainvälisissä monitieteisissä tutkimuksissa, jotka käsittelevät globaalisia muutoksia ja ympäristön herkkyyttä ihmisen toiminnan aiheuttamalle stressille, koska maa sijaitsee pohjoisessa ja ilmasto on kuitenkin suhteellisen lauhkea. Suomella on myös pitkä kokemus boreaalisen luonnon menestyksellisestä käytöstä ja hoidosta niin, että ympäristön laatu on yleensä säilynyt hyvänä, ja käytettävissä on runsaasti jo yli sadan vuoden ajan koottua tieteellistä informaatiota ympäristöstä. Suomi voi hyötyä suuresti osallistumisesta näihin kansainvälisiin tutkimuksiin, ja se voi myös näissä tutkimuksissa antaa eräissä tapauksissa ainutlaatuisen

panoksen maailman tieteele. Useat tärkeät kansainväliset tutkimukset sisältävät osia, jotka kuuluvat vesi- ja ympäristöhallinnon vastuualueeseen. Vesi- ja ympäristöhallinnon tulisi johtajatasolla kiinnittää suurta huomiota Suomen osallistumistapaan ja -alueeseen sekä osallistumisen rahoitukseen ja koordinointiin. Tällä varmistettaisiin se, että Suomella on asianmukainen rooli näissä toiminnoissa, että nämä toiminnot saavat riittävästi tukea vaarantamatta silti muiden kotimaisten ohjelmien toteutusta ja että nämä tutkimukset ja niiden tieteelliset tulokset liittyvät saumattomasti muihin Suomessa käynnissä oleviin ympäristön, hydrologian ja biosfäärin tutkimuksiin.

### **Ympäristötiedon ja ympäristöntutkimuksen tulosten siirto tiedon käyttäjille**

Vesi- ja ympäristöhallinnon tekemän tutkimuksen hyväksikäyttö ja tehokkuus riippuu suuresti siitä, miten menestyksellisesti tutkimustulokset saatetaan hallintoviranomaisten ja kansalaisten tietoon. Tulisi huolellisesti tutkia ympäristötiedonvälityksen ongelmia ja sitä, kuinka ympäristöntutkimuksen tulokset saataisiin siirretyiksi maa- ja metsätalouden harjoittajille, toimeenpaneville viranomaisille ja elinkeinoelämälle. Tämä on erityisen tärkeää nykyisin, koska ympäristökysymysten nopeasti kasvava merkitys julkisena huolenaiheena on johtanut siihen, että ympäristöasiat ovat tulleet keskeisiksi poliittisiksi kysymyksiksi, ja koska laajentuneen ympäristövastuun myötä vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimuksen tulee tavoittaa erilainen ja paljon laajempi käyttäjäpiiri verrattuna aikaisempiin, perinteisiin vesientutkimuksen hyödyntäjiin.

### **Ympäristön tilaa kuvaavat raportit**

Laajan ja järjestelmällisen valtakunnallisen ympäristön tilaa kuvaavan raportin tuottaminen on ihailtavan kunnianhimoinen tavoite, mutta hyvin vaikea ja monimutkainen hanke, eikä sen systemaattisessa toteuttamisessa ole missään maassa vielä onnistuttu tyydyttävästi. Sen aikaansaaminen edellyttää vuosikausia jatkuvaa ympäristöinformaation keräämistä, joka sisältää myös ympäristöpoliittisia ja taloudellisia sekä tiedonvälitykseen ja koulutukseen liittyviä tietoja. Kun vesi- ja ympäristöhallinnon maastotietojärjestelmä ja ympäristötietokeskus ovat käyttökunnossa, Suomessa on hyvät edellytykset harkita laajaa, julkista valtakunnan ympäristön tilan arviointia. Siihen saakka on tärkeää, että vesi- ja ympäristöhallinto julkaisee säännöllisesti ympäristöraportteja, jotka ovat tieteellisesti tarkkoja, mutta tavallisille kansalaisille ymmärrettäviä. Raporttien tulee esittää vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimustulokset sekä arvio ympäristön nykytilasta tai niiden ympäristötekijöiden muutoksista, joita se on tutkinut.

## Ehdotukset ja suositukset

Vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimustoiminnan arviointi on johtanut lukuisiin ehdotuksiin toimenpiteistä, joihin voitaisiin ryhtyä, tai muutoksista, joita voitaisiin tehdä vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimustoiminnan laadun ja tehokkuuden parantamiseksi (raportin luku 5).

Arviointiryhmä on tämän lisäksi laatinut kolme pääsuositusta:

- 1 Vesian- ja ympäristöntutkimuslaitoksen tulisi laatia laitoksen tavoiteohjelma, joka uudistetaan määrääjain ja johon kaiken tutkimustoiminnan tulee perustua.
- 2 Vesi- ja ympäristöhallinnon hydrologinen ja vesien tilaa koskeva seurantatoiminta ja muiden laitosten tähän liittyvät toiminnot tulisi arvioida perusteellisesti ja yksityiskohtaisesti. Arvioinnin tulisi olla käyttäjäkeskeinen ja siinä tulisi tarkastella myös kustannus-tehokkuussuhdetta.
- 3 Vesi- ja ympäristöhallinnon tulisi ottaa käyttöön järjestelmällinen, avoin tieteellisten toimintojensa suunnittelumenettely. Tähän tulisi sisältyä jatkuvasti vuosittain tarkistettava viisivuotissuunnitelma ja vuotuinen tutkimussuunnitelma<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Suomentajan huomautus: Muiden valtionhallinnon yksiköiden tavoin vesi- ja ympäristöhallitus laatii joka toinen vuosi vesi- ja ympäristöhallinnolle viisivuotisen toiminta- ja taloussuunnitelman (ns. täysi kierros, jota täydennetään välivuotena). Tämän suunnitelman osana on tutkimuksen kehittämissuunnitelma. Vuosittain laaditaan vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimusohjelma; lisäksi kukin vesi- ja ympäristöpiiri laatii oman tutkimusohjelmansa. Arviointiryhmä tarkoittanee, että näiden lisäksi tulisi laatia erillinen keskipitkän aikavälin tieteellinen suunnitelma.



# 1 JOHDANTO

## 1.1 TAUSTA, TOIMEKSIANTO JA MENETTELY

Suomen ympäristöministeriö kutsui 14.12.1987 asiantuntijat Kanadasta, Japanista, Norjasta, Ruotsista ja Iso-Britanniasta tekemään arvion vesi- ja ympäristöhallinnon (VYHA) tutkimustoiminnasta. Nämä asiantuntijat muodostivat kansainvälisen arviointiryhmän; heidän toimipaikkansa ja taustansa selostetaan liitteessä 1.

Aloite arvioinnin tekemiseen oli alunperin lähtöisin valtioneuvoston eduskunnalle 12.9.1985 antamasta tiede- ja teknologiapoliittisesta selonteosta. Selonteossa esitettiin, että valtion tutkimuslaitosten toiminnan laatua ja tehokkuutta tulisi arvioida. Asia tuli uudelleen esille valtion tiedoneuvoston 18.6.1986 julkaisemassa raportissa valtion tutkimuslaitosten kehittämisestä, missä ehdotettiin, että asianomaiset ministeriöt suorittaisivat tällaisia arviointeja yhteistyössä Suomen Akatemian kanssa.

Päätös VYHA:n tutkimustoiminnan arvioinnin käynnistämistä tehtiin ympäristöministeriössä keväällä 1987. Tämän jälkeen asetettiin tieteidenvälinen tutkijoista ja tutkimusjohtajista koostunut työryhmä (vesitutkimuksen arviointiryhmä, ns. VESTA-ryhmä) Terttu Melvasalon johdolla suunnittelemaan arvioinnin yleislinjoja, rajausta ja ohjelmaa sekä tekemään ympäristöministeriön valtuuttamana tarvittavat organisatoriset järjestelyt. Tuija Talsi nimettiin VESTA-ryhmän sihteeriksi ja arviointiryhmän työn tekniseksi koordinoijaksi. VESTA-ryhmän jäsenet luetellaan liitteessä 2.

Arvioinnin tavoitteet valmisteltiin VESTA-ryhmässä, hyväksyttiin ympäristöministeriössä ja välitettiin arviointiryhmälle tammikuussa 1988 (liite 3). Arviointi suunniteltiin VESTA-ryhmän ja arviointiryhmän välisellä kirjeenvaihdolla ja arviointiryhmän puheenjohtajan tohtori Fred Rootsien käynnillä Helsingissä maaliskuussa 1988.

Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen (VYL) tutkimusohjelmien johtajia ja vanhempia tutkijoita pyydettiin laatimaan yhteenvedot laitoksen tärkeimmistä tutkimushankkeista ja esittämään esimerkkejä viimeaikaisista tutkimustuloksista. Arviointiryhmä sai nämä raportit ja kaikki yhteenvedoissa mainitut englanninkieliset julkaisut käyttöönsä maaliskuussa 1988. Arviointiryhmälle toimitettiin myös tausta-aineistoa, joka sisälsi useita dokumentteja Suomen ympäristöpolitiikasta, ympäristöntutkimusta tekevistä tutkimuslaitoksista, tutkimuksen rahoituksesta sekä VYHA:n toiminnan järjestämisestä. Tärkeimmät arviointiryhmälle toimitetut dokumentit luetellaan liitteessä 4.

Arviointiryhmälle toimitetun kirjallisen aineiston käsittelyn lisäksi arviointiryhmä on arvioinnissaan käyttänyt tietoja, jotka se sai esityksistä, haastat-

teluista ja keskusteluista vesi- ja ympäristöhallituksen (VYH) ja VYL:n tutkimusjohdon ja tutkijoiden kanssa ryhmän Suomen vierailun aikana 22. - 28.5.1988. Suomessa ryhmä kokoontui VYH:n ja VYL:n päätoimipaikoissa sekä hydrologian toimiston ja vesi- ja ympäristöntutkimustoimiston tiloissa. Arviointiryhmä kävi Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirin toimistossa, jossa oli paikalla myös Vaasan vesi- ja ympäristöpiirin edustajia, ja tutustui osaan piirin alueesta. Ryhmälle esiteltiin myös VYL:n tutkimuslaboratorio Helsingissä.

Arviointiryhmällä oli hyödyllisiä keskusteluja VESTA-ryhmän jäsenten kanssa kolmeen eri otteeseen. Ryhmä keskusteli myös arvioinnin edistymisestä ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston päällikön Olli Ojalan ja osaston suunnittelu- ja kehittämistoimiston päällikön Peter von Boguslawskyn kanssa.

Alustava arviointiraportti, jossa esitettiin siihenastisten tarkastelujen ja keskustelujen pääpiirteet sekä arviointiryhmän ensivaikutelmat, laadittiin ryhmän Suomen vierailun lopussa ja toimitettiin VESTA-ryhmän puheenjohtajalle 30.5.1988. Puheenjohtaja ja Tuija Talsi kommentoivat tätä alustavaa raporttia korjaten useita Suomen hallinnolliseen ja tieteelliseen tilanteeseen liittyviä virheitä. Kesä-heinäkuussa arviointiryhmä laati lisää teknisiä kommentteja ja erityisarviointeja tutkimustoiminnoista. Nämä muokattiin elokuussa yhdessä alustavan raportin kommenttien ja korjausten kanssa lopullisen raportin luonnokseksi, joka kaikkien arviointiryhmän jäsenten hyväksymisen jälkeen toimitettiin VESTA-ryhmälle luovutettavaksi ympäristöministeriölle.

## 1.2 ARVIOINNIN RAJAUS JA SUUNTAAMINEN

Arviointiryhmällä oli tilaisuus tarkastella Suomen ympäristöntutkimuksen tilaa erittäin suotuisalla hetkellä, jolloin Suomen ympäristöpolitiikka on voimakkaassa kehitysvaiheessa ja jolloin ympäristötieteen tuloksia yhä enemmän sovelletaan kansallisten ja kansainvälisten ongelmien ratkaisemisessa. Tämän arvioinnin aikoihin ympäristöministeriö oli toiminut pääasiallisesti nykyisellä organisaatiollaan viisi vuotta - riittävän pitkään tehokkaan ohjelman kehittämiseksi ja riittävän pitkään, että vahvat kohdat, heikot alueet ja organisatoriset pulmat olivat havaittavissa; myös ulkoiset yhteydet olivat kehittyneet ja mahdolliset konfliktikohdat erotettavissa. Ministeriö ei kuitenkaan vielä ollut toiminut niin pitkään, että organisaatio tai toimintaohjelma olisivat urautuneet ja vaikeasti muutettavissa. OECD:n ympäristökomitean 1986 - 87 tekemä arvio Suomen ympäristöpolitiikasta antoi suomalaisille laitoksille ja viranomaisille tilaisuuden sisäiseen tarkasteluun ja kriittiseen mutta rakentavaan vertailuun muiden maiden kanssa; tämä on johtanut toimintapolitiikan jatkuvaan tarkentamiseen ja, mikä tärkeintä, monien valtionhallinnon ja yksityisten organisaatioiden lisääntyneeseen

tietoisuuteen ympäristökysymysten ja ympäristöntutkimuksen merkityksestä ja kytkeytymisestä Suomen taloudelliseen ja sosiaaliseen kehitykseen. VYHA:n tutkimustoiminnan arviointia varten oli siis olemassa runsaasti erilaista kansallista ja kansainvälistä taustatietoa.

Myös kansainvälisten ja maailmanlaajuisten tapahtumien vuoksi oli tässä vaiheessa tarkoituksenmukaista arvioida laaja-alaisesti suomalaista vesientutkimusta ja ympäristöntutkimusta. Koordinoitu kansainvälinen veteen liittyvä tutkimus, kuten IHP-ohjelma (International Hydrological Programme), jossa Suomella on tärkeä osa, ja maailman ilmaston tutkimusohjelma (World Climate Research Programme), jossa on merkittäviä hydrologisia ja laajemminkin ympäristöön liittyviä komponentteja, olivat kehityksessään tulossa uuteen integroidun tutkimuksen, tiedonkeruun ja pitkälle kehittyneen analysoinnin vaiheeseen. Se vaati uusia investointeja tiloihin ja laitteisiin, uusiin tutkimusohjelmiin ja uudenlaiseen korkeasti koulutettuun tutkijakuntaan, ja näihin vaatimuksiin Suomen kuten muidenkin tieteellisesti kehittyneiden maiden oli vastattava. Tieteen edistyminen itsessään, ja kasvava ymmärrys luonnonympäristön toiminnan perustavanlaatuisesta ykseydestä, ovat tehneet loogiseksi ja väistämättömäksi kokonaisvaltaisten integroitujen tutkimusohjelmien, kuten kansainvälisen geosfääri-biosfääriohjelman (International Geosphere-Biosphere Programme) synnyn, jotka lupaavat uudenlaista yhtenäisyyttä tieteellisessä ajattelussa ja tutkimuksen tehokkuutta, mutta aiheuttavat samalla merkittäviä käsitteellisiä ja hallinnollisia käytännön ongelmia laitoksille, jotka on organisoitu ja rahoitettu perinteisten tieteenalojen ja sektoriaalisen vastuunjaon mukaisesti. Viimeaikainen kehitys on myös korostanut voimakkaammin kuin koskaan aikaisemmin elintärkeää yhteyttä ympäristöä ja erityisesti vesivaroja koskevan tieteellisen tiedon ja sosiaalis-taloudellisten kysymysten välillä. Ilmaston muutoksiin liittyvät seikat ja ns. Brundtlandin komission (World Commission on Environment and Development) raportti ympäristöstä ja kehityksestä ilmentävät tätä yhteyttä globaalisessa mittakaavassa, ja siitä on merkittäviä esimerkkejä jokaisessa maassa ja jokaisella alueella. Nämä kysymykset nostavat esiin vakavia sosiaalisia, taloudellisia, kulttuurisia ja poliittisia ongelmia, jotka ovat suorassa suhteessa ympäristöön ja luonnonvaroihin. Tätä nopeasti kehittyvää, mutta vakavaa taustaa vasten, sekä ymmärtäen vesivaroja ja ympäristöä koskevan tieteellisen tiedon merkityksen Suomelle ja tarpeen jatkuvasti kehittää kykyä säilyttää ja lisätä tätä tietoa, arviointiryhmä lähestyi Suomen vesien ja ympäristön tutkimuksen arviointia.

Arviointiryhmä on hyvin tietoinen siitä, että sen tehtävänä oli tarkastella tieteellistä toimintaa eikä paneutua politiikan tai kansallisten prioriteettien kysymyksiin. Ryhmää pyydettiin kuitenkin kommentoimaan tutkimuksen järjestämistä hallinnon sisällä, ja ryhmä yritti tehdä sen pääasiassa tarkastellen organi-

saation ja toimintapolitiikan vaikutusta tieteellisiin ohjelmiin sekä tieteellisen ja teknisen tiedon välitystä. Ryhmää informoitiin myös ympäristötieteen rahoituksen ja henkilövoimavarojen nykytilasta ja lähiajan näkymistä (jotka eroavat luonteeltaan melko vähän tilanteesta arviointiryhmän jäsenten kotimaissa). Arviointiryhmä ymmärtää, että kannanotto tutkimukseen tarvittavaan lisärahoitukseen ei itsessään olisi kovin hyödyllinen kenellekään. Ryhmä on yrittänyt parhaan kykynsä mukaan tarkastella ympäristön ja tieteen tilaa Suomessa, ottaen huomioon alueelliset ja globaalit kehityspiirteet ja kysymykset sikäli kuin ne vaikuttavat Suomeen. Samoin on pyritty ottamaan huomioon ympäristötieteen ja tutkimustekniikan maailmanlaajuinen kehitys ja se rooli, joka Suomella on alueellisessa ja kansainvälisessä ympäristönsuojelun ja tieteen edistymisessä. Päällimmäisenä mielessä on pidetty ympäristötieteen sosiaalinen ja taloudellinen merkitys Suomelle, mutta huomiota on myös kiinnitetty maailman tieteen kehitykseen ja Suomen panokseen tässä kehityksessä.

Ympäristökysymykset ovat luonteeltaan paikallisia, vaikuttaen jokaisen ihmisen hyvinvointiin, terveyteen ja talouteen riippumatta hänen asuinpaikastaan; samalla ne ovat mittasuhteiltaan ja vaikutuksiltaan alueellisia, kansainvälisiä ja jopa globaaleja. Tästä johtuen vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimustoiminnan on käsiteltävä ympäristökysymyksiä eri tasoilla ja maan kaikissa osissa ja näillä kysymyksillä on välttämättä yhteyksiä moniin ympäristöministeriön hallinnonalan eri osiin sekä muihin ministeriöihin, lääninhallituksiin ja kansainväliseen yhteisöön. Näin ollen vaikka arviointiryhmä onkin keskittynyt tieteelliseen toimintaan, arviointi on kohdistunut myös ulkoiseen ja sisäiseen kommunikaatioon, yhteyksiin ja yhteistyöhön sekä kansallisten ja alueellisten tarpeiden huomioonottamiseen tutkimuksen suunnittelussa. Kaikki nämä tekijät ovat tärkeitä tieteellisten ohjelmien laadun ja tarkoituksenmukaisuuden kannalta sekä niiden päätösten kannalta, joita on tehtävä riittävien tutkimusvarojen hankkimiseksi ja ympäristötieteen käytettävissä olevien voimavarojen kohdentamiseksi.

### 1.3 KIITOKSET

Arviointiryhmän työn tehokkuus oli täysin arvioinnin kohteena olleiden yksiköiden tutkijoiden ja muun henkilöstön yhteistyöhalukkuuden varassa. Kaikissa kontakteissaan VYHA:n kanssa arviointiryhmä kohtasi esimerkillistä avuliaisuutta, ystävällisyyttä ja yhteistyöhenkeä. Ryhmä on vilpittömän kiitollinen kaikille niille lukemattomille henkilöille, jotka työskentelivät uutterasti ja auliisti valmistaakseen tutkimusohjelmia esittelevät taustadokumentit ja jotka huolehtivat ryhmästä niin hyvin sen Suomen vierailun aikana.

Suomalainen tutkijoiden ja tutkimusjohtajien työryhmä - VESTA-ryhmä - suunnitteli ja järjesti arvioinnin ja antoi juuri sopivassa suhteessa ohjausta, joka piti arviointiryhmän "kärryillä". VESTA-ryhmä antoi arviointiryhmälle myös vapautta, joka rohkaisi sitä tekemään itsenäisen tutkimuksen. VESTA-ryhmälle ja erityisesti puheenjohtaja Terttu Melvasalolle arviointiryhmä ilmaisee kiittollisuutensa siitä, että se saattoi tehdä tämän työn, sekä myös avuliaista neuvoista ja kritiikistä. Ryhmä kiittää Terttu Melvasalaa erityisesti alustavan raportin arvokkaista kommentteista.

Ei olisi tarkoituksenmukaista tai mahdollistakaan yrittää kiittää kaikkia henkilöitä, jotka auttoivat arviointiryhmää tämän arvioinnin aikana, tieteellisen aineiston valmistelun ja esittelyn ohella. Arviointiryhmä haluaa kuitenkin erityisesti mainita avun, jota se sai ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston suunnittelu- ja kehittämistoimiston päälliköltä Peter von Boguslawskylta, vesi- ja ympäristöhallituksen pääjohtajalta Simo Jaatiselta, vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen johtajalta Seppo Mustoselta, Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirin johtajalta Mirja Särkältä ja Merentutkimuslaitoksen osastonjohtajalta Pentti Mälkiltä. Kaikki nämä henkilöt näkivät erityistä vaivaa varmistaakseen, että ryhmän vierailu oli miellyttävä ja arviointi mahdollisimman produktiivinen. Kaikille heille ja heidän alaisilleen ryhmä on hyvin kiittollinen. He jopa järjestivät erinomaisen ilman ryhmän vierailun ajaksi!

Erittäin tärkeää on ilmaista kiitos Tuija Talsille, tehokkaalle ja huomattavan pitkämieliselle ja kärsivälliselle tekniselle koordinaattorille ja sihteerille, joka ei pelkästään ole pitänyt arviointiryhmästä huolta ja luotsannut raporttia lukuisten vaiheidensa läpi, vaan on myös ollut ehtymätön tiedon, hyvän arvostelukyvyn ja avuliaan kritiikin lähde. Arviointiryhmä mainitsee kiitoksin myös Vilma Garnett'in Kanadan ympäristöministeriöstä; hän kirjoitti puhtaaksi lopullisen raportin tekstin.

## 2 VESIEN- JA YMPÄRISTÖNTUTKIMUSLAITOS

### 2.1 JOHDANTO

Arviointiryhmä tunnisti nopeasti joukon tekijöitä, jotka olivat leimaa antavia lähes kaikille VYL:n toiminnoille ja olivat sen "hengen" taustalla, jolla tutkimusjohto ja tutkijat suorittivat tehtävänsä ja käsittelivät ongelmiansa. Tärkeimpiä tekijöitä näyttävät olevan seuraavat:

- Kehityttyään vesientutkimuslaitoksena, jonka ohjelma, henkilöstö, laitteet, tieteelliset yhteydet ja perinteet suuntautuivat vesitieteisiin, VYL joutuu nyt vastaamaan vesi- ja ympäristötieteistä. Jotkut hiljattain annetuista uusista

velvoitteista on määriteltä aiheittain, toiset on jätetty määrittelemättä. VYL joutuu vastaamaan näistä uusista velvoitteistaan ilman merkittäviä henkilö- tai määrärahalisäyksiä samalla, kun se edelleen suorittaa lähes samat vesientutkimustehtävät, jotka vuoteen 1986 saakka työllistivät sen koko henkilökunnan ja muut voimavarat. Vaikka vesitieteet kattavatkin laajan osan Suomen ympäristön kysymyksistä, VYH:n uusiin tehtäviin kuuluu aloja, joissa sillä on vähän tai ei lainkaan omaa asiantuntemusta. Ollakseen tehokas uudessa roolissaan laitoksen täytyykin solmia uusia ja laajempia yhteyksiä sekä hallinto- että tutkijatasolla moniin ympäristötieteen eri aloihin.

- Johtuen historiallisista syistä ja siitä, että sisä- ja rannikkovedet ovat aina olleet tärkeitä suomalaisessa elämässä, VYL on saanut perintönä velvollisuuden kerätä edustavia hydrologisia ja vedenlaatutietoja koko maan tarpeita varten ja saattaa ne kansalaisten käytettäväksi. VYL suuntaa tähän tehtävään paljon huomiota ja voimavaroja, ja se on merkittävästi vaikuttanut laitoksen organisaatiorakenteeseen. Tällainen palvelu on maan etujen mukaista, ja sen arvo on paljolti kerättävän tiedon jatkuvuudessa ja yhdenmukaisuudessa. Seurantaohjelmista saadaan myös perusaineistoa vesien tutkimusta varten. Suurin osa tästä työstä ei kuitenkaan ole sinänsä tutkimusta, ja sen sisällyttäminen hallitsevana toimintona tutkimuslaitoksen ohjelmaan aiheuttaa erinäisiä ongelmia tutkimuksen johtamisen ja tehokkuuden kannalta.
- VYL:lla on suuri määrä pienehköjä tutkimushankkeita eri aiheista. Jokaista niistä voidaan pitää oikeutettuna, koska ne tuottavat uutta tietoa Suomen vesistä ja ympäristöstä. Useat näistä tutkimuksista ovat kuitenkin erittäin haavoittuvia voimavaroissa tapahtuville vähäisillekin muutoksille. Hyvästä työstä huolimatta joidenkin ohjelmien elinvoima on epävarma. Joillakin alueilla resurssit ja henkilömäärä ovat alle "kriittisen massan", joka on edellytys pysyvälle hyvälle tutkimukselle; tällaisten tutkimusten laatu ja tarkoituksenmukaisuus riippuvat suuresti yhteyksistä muuhun tieteelliseen toimintaan Suomessa ja muissa maissa. Jotkin tutkimukset ovat myös vaarassa jäädä jälkeen tietämyksen ja tekniikan kehityksestä tietyissä kriittisissä erikoiskysymyksissä.

Edellä luetellut kysymykset tulivat esille lähes jokaisessa tutkimukseen liittyvässä esittelyssä tai yhteenvedossa, jotka arviointiryhmälle esitettiin, ja niiden valossa arviointiryhmä arvioi VYL:n tutkimustoimintaa. Ryhmä ei pyrkinyt määrittelemään tutkimusta ahtaassa merkityksessä, vaan yritti sisällyttää tutkimus-käsitteeseen kaiken järjestelmällisen uuden tiedon tuottamisen ja keräämisen, mikä näyttää olevan ympäristöministeriössä termin määritelmä. Tätä määri-

telmää käyttäen VYL:ssa on eräitä tehtäviä, jotka ovat tärkeitä tutkimusohjelman kannalta, mutta eivät ole itsessään "tutkimusta". Arviointiryhmä tarkasteli myös näitä tehtäviä.

VYL:a koskevat huomiot on ryhmitelty neljän pääotsikon alle: tutkimuksen tavoitteet (kohta 2.2), tutkimuksen tieteellinen sisältö (kohta 2.3), tutkimuksen voimavarat (kohta 2.4) sekä joitakin toiminnallisia ja yleisiä näkökohtia (kohta 2.5).

## 2.2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tarkoituksena oli selvittää, oliko tutkijoilla ja tutkimusjohdolla selvä kuva siitä, mitä he yrittivät saavuttaa tutkimustoiminnallaan, ja pystyivätkö he kytkemään tavoitteensa ja pyrkimyksensä VYHA:n sekä ympäristöministeriön ja maa- ja metsätalousministeriön laajempiin tavoitteisiin. Tavoitteiden selkeän määrittelyn ei pitäisi mitenkään estää tutkimuksen omaperäisyyttä tai luovuutta, vaan päinvastoin tarjota kaikki mahdollisuudet yksilölliselle ja innovatiiviselle työlle. Ryhmä halusi myös selvittää, miten hyvin VYL:n tutkimus kytkeytyi VYHA:n uusiin vastuualueisiin ja tehtävien muuttumiseen.

Vaikka, kuten edellä todettiin (kohta 1.2), oli hyvä ajankohta arvioida suomalaista ympäristöntutkimusta, niin monessa suhteessa arviointi toteutettiin VYL:n kannalta huonoon aikaan. Vesihallituksen muuntumisessa VYH:ksi on tietenkin ollut paljon tavoitteisiin liittyvää epätietoisuutta. Aikaisempi toiminta- ja taloussuunnitelma, jonka puitteissa monet nykyiset toiminnot kehitettiin, ei enää ole pätevä. VYL pyrkii säilyttämään tärkeät toimintonsa, joista suurin osa on vesiaiheisia (olkoonkin että ne myös muodostavat oleellisen osan ympäristöntutkimuksesta), mutta laitos ei ole vielä muotoillut uusia tutkimustavoitteitaan eikä liioin ole saanut selkeitä toimintaohjeita, jotta se pystyisi tähän. Toisaalta tämä siirtymävaihe ja ohjelmien uudelleen määrittely voi myös olla hyvä aika tieteellisen tutkimuksen tarpeen sekä ohjelmien toteutuksen ja tarkoituksenmukaisuuden tarkasteluun. Tällainen arviointi voi edistää tavoitteiden asettamista ja johtaa parempaan tutkimukseen.

Ympäristöministeriön VYHA:n vuoden 1989 tutkimusohjelmasta antamat yleisohjeet sisältävät erinomaisen koosteen VYHA:n toiminnallisia tavoitteita. Näiden ohjeiden antaminen on tärkeä vaihe siinä siirtymäprosessissa, jolla "ympäristöntutkimus" sisällytetään VYHA:n tehtäviin. Nämä toimintaohjeet eivät kuitenkaan vielä ole täysin "suotautuneet" ohjelman täytäntöönpanon tasolle. Ohjeet ovat myös erittäin vaativat suhteessa niihin voimavaroihin, jotka näyttävät olevan käytettävissä, vaikka useimmat määritellyt aiheet sivuavatkin jotakin VYHA:ssa jo meneillään olevista toiminnoista. Arviointiryhmän käsitys onkin, että tarvitaan paljon selväjärkistä ajattelua, painotusten määrittelyä ja kustannusten arviointia, ennen kuin



ministeriön yleisohjeet voidaan muuntaa vuotuisen tutkimusohjelman tavoitteiksi, joista tutkimusjohto ja tutkijat voisivat vastata.

Suurimmassa osassa tapauksista VYL:n yksittäisten tutkimusohjelmien johtajat pystyivät varsin selkeästi määrittelemään työnsä välittömät tavoitteet yhteenve-toesityksissään sekä selostamaan tavoitteita keskusteluissa arviointiryhmän kanssa. Ryhmällä on tunne, että arviointitehtävä itsessään on jo mahdollisesti ollut hyödyksi VYL:lle pakottamalla projektien johtajat määrittelemään työnsä perusteellisemmin kuin mihin muuten olisi ollut tarvetta tässä vaiheessa. Kuitenkin löytyi sängen vähän todisteita siitä, että tutkijat selvästi liittivät omat tutkimuksensa VYL:n tai ministeriön julki tuotuihin tavoitteisiin; samoin viittaukset suuren yleisön tai muun valtionhallinnon esittämiin tarpeisiin tai tavoitteisiin olivat kovin yleisiä.

Tätä hieman sekavaa ja nopeasti kehittyvää tilannetta vasten arviointiryhmä esittää seuraavat alustavat kommenttinsa VYL:n tutkimusohjelman tavoitteista tulevaisuudessa; ryhmä on myös vahvasti sitä mieltä, että monitieteisten tutkimusohjelmien onnistunut suunnittelu ja johtaminen edellyttävät selkeitä tavoitteita, jotka ovat ymmärrettäviä kaikille ministeristä kenttä- ja laboratoriotyöntekijään saakka:

- VYL:n tutkimustavoitteet tulisi johtaa ympäristöministeriön yleisistä tavoitteista. Niiden tulee mukailla ministeriön, ja tarvittaessa jonkin muun valtionhallinnon alan, antamia toimintaohjeita. Arviointiryhmä toivoo kuitenkin vilpittömästi, että voidaan kehittää avoin menettely, jolla otetaan huomioon muiden ministeriöiden ja VYL:n tutkijoiden esittämät tutkimustarpeet ja painotukset, kun ympäristöministeriö laatii tai muokkaa ohjeitaan tulevana vuosina.
- VYL:n tutkimusten johtajien ja vanhempien tutkijoiden tulisi suhteuttaa eri projektit ja tutkimukset suoraan VYL:n asettamiin tavoitteisiin; tutkimustuloksia tulisi arvioida näiden tavoitteiden valossa, ja niiden tulisi tarvittaessa vaikuttaa tavoitteiden uudelleenasetteluun.
- VYL:n tavoitteiden määrittelyn yhteydessä tulisi harkita mahdollisuuksia asettaa tavoitteita myös tutkimuksen suunnittelulle ja toteutukselle sekä tutkimusprojektien edistymisen säännölliselle arvioinnille.
- On tärkeää, että VYL:n perustutkimuksen ja soveltavan tutkimuksen tavoitteet pidetään erillään seurannan, tiedon keruun, tietojenkäsittelyn, analyttisen laadunvalvonnan, informaatiopalvelun jne. tavoitteista. Tutkimusta tukevat tehtävät vaativat erilaiset, mutta yhtä välttämättömät tavoitteet, jotka koskevat yhdenmukaisuutta, edustavuutta ja kustannus-hyötysuhdetta.

- VYL:ssa, kuten muissakin jatkuvaa tutkimusta suorittavissa organisaatioissa, on tarve määritellä jatkuvasti uudistettavat lyhyen (tavallisesti vuoden) ja pitkän tähtäyksen tavoitteet. Lyhyen aikavälin tavoitteet ovat tärkeitä henkilöstösuunnittelun ja budjetoinnin takia; niitä voidaan käyttää myös tuloksellisuuden indikaattoreina uusia voimavaroja anottaessa tai uusia toimintoja suunniteltaessa. Lisäksi ne antavat mahdollisuuden ohjelmanmuutoksiin tai uusien tutkimusten aloittamiseen tarvittaessa, tai niiden avulla voidaan hyödyntää uudet keksinnöt ja mahdollisuudet muuttamatta laitoksen koko ohjelmaa. Pitkän tähtäyksen tavoitteet voivat harvoin olla vain lyhyen tähtäyksen tavoitteiden jatke, sillä niissä joudutaan ottamaan huomioon tutkimuksen muuttuvat normit ja kriteerit, uudet kansalliset ja kansainväliset painotukset sekä investointien ja henkilöstön käytön suunnittelun tarve. Niin dynaamisella tutkimusalalla kuin ympäristötieteet selkeät ja avoimet, mutta säännöllisesti uudelleen arvioitavat lyhyen ja pitkän aikavälin tavoitteet muodostavat arvokkaan välineen tutkimuksen johtamisessa ja investointien suunnittelussa.
- Koska VYL on pääasiallinen kansallinen ympäristöntutkimuksen laitos, sen täytyy huolehtia myös siitä, että sen Suomen tarpeista lähtevät tutkimustavoitteet ovat yhteismitallisia muiden Pohjoismaiden ja Itämeren valtioiden asettamien tavoitteiden kanssa. Tavoitteiden tulisi myös mahdollistaa VYL:n osallistuminen kansainväliseen ja maailmanlaajuiseen tutkimukseen silloin, kun se on tarkoituksenmukaista Suomen intressien ja voimavarojen kannalta. Kansainvälisen yhteistyön järjestäminen ja ylläpitäminen on helpompaa, jos se sisältyy määritelyihin tavoitteisiin.

### 2.3 TUTKIMUKSEN TIETEELLINEN SISÄLTÖ

Seuraavissa kappaleissa esitetään yleisiä kommentteja VYL:n tutkimustoiminnan tieteellisestä sisällöstä ja tehokkuudesta. Yksityiskohtaisempia teknisiä huomioita eräiden tutkimustoimintojen osalta löytyy kohdasta 3.5.

Arviointiryhmä havaitsi, ettei ollut mahdollista tarkastella VYL:n tutkimustoimintaa yksinomaan sen tieteellisen arvon perusteella, paitsi eräissä yksityiskohdissa. Muutamia vuosia sitten olisi ehkä ollut mahdollista arvioida entisen vesihallituksen vesientutkimusohjelmaa vertaamalla Suomen hydrologisen tutkimuksen tilaa hydrologisten tieteiden parhaimpiin saavutuksiin muualla maailmassa. Tänä päivänä tehtynä tällainen vertailu osoittaisi joidenkin alojen edistyvän hyvin ja toisten heikemmin; kuitenkin tällainen pisteiden laskeminen tai koulunumeron antaminen ei olisi kovin tarkoituksenmukaista suomalaisen tieteen tai VYHA:n kannalta. Arviointiryhmä kyllä suhteutti

VYL:n harjoittaman tieteen vastaavaan tieteelliseen toimintaan muualla maailmassa, aina milloin ryhmä pystyi siihen. Ryhmä kuitenkin huomasi, että VYL:ssa tehty työ ja yksittäisten tutkijoiden tuottavuus olivat niin kiinteässä suhteessa ympäristötieteiden arvostukseen Suomessa, kenttähavaintojen saatavuuteen, laboratoriolaitteisiin ja -palveluihin, sekä suomalaisista yliopistoista ja kansainvälisistä lähteistä tuleviin virikkeisiin, että ryhmä toistuvasti havaitsi tutkivansa, ei VYL:n tutkimusta sellaiseenaan, vaan VYL:n tekemää tiedettä ja sen asemaa suomalaisessa tiedeyhteisössä.

Tällä alueella ryhmän oli kriittisesti kysyttävä: "Miten paljon VYL tavoittelee johtavan tutkimuslaitoksen asemaa?" Tietyillä aloilla valmius on varsin hyvä - johtavat tutkijat ovat hyvin ajan tasalla kansainvälisesti katsoen; tietojenkäsittely- ja kirjastopalvelut ovat hyvät; lisäksi uusien ajatusten eteenpäin viemiseksi on ihailtava vapaus ja rohkaiseva sisäinen ilmapiiri. Tietyillä alueilla, joilla Suomen hydrologinen ja limnologinen tiede on saavuttanut johtavan kansainvälisen aseman, toimintaan osallistuvien tutkijoiden määrä on hyvin pieni, mutta tämä ei ole varsinainen ongelma, jos kansainväliset yhteydet ovat hyvät ja jos niitä rohkaistaan. Mutta haluaako VYL keskittää huomionsa ja voimavaransa niille aloille, joilla sen tutkimus on parasta? Onko sillä varaa tukea lähinnä vain voittajia? Eikö sen pitäisi, ymmärrettävistä syistä, pyrkiä tasapainoisuuteen tutkimusohjelmassaan, mikä useimmiten tarkoittaa huomion kiinnittämistä keskinkertaisten ohjelmien tason nostamiseen? Onko tutkimuksen suuntaaminen aloille, joilla kansalliset edut vaativat uutta tietoa, yhteensovitettavissa eturivin tutkimuslaitoksen kehittämisen kanssa, vaikka ne eivät ehkä ole aloja, jotka tuottavat tieteellisessä mielessä jännittäviä tuloksia tai palvelevat parhaiden tutkijoiden välittömiä etuja?

Arviointiryhmä tiedostaa ja ymmärtää nämä ongelmat ja ne suuret vaikeudet, joita esiintyy johtavan tutkimusohjelman yhdistämisessä maan ajankohtaisten ongelmien tutkimiseen. Arviointityön aikana tuli useasti esille ilmiselvä vaikeus ottaa tutkimusvastuuta uusilla ympäristöntutkimuksen nopeasti laajenevilla alueilla ilman vastaavaa voimavarojen lisäystä tai ilman niiden toimintojen supistamista, jotka ennen veivät kaikki resurssit. Ryhmä teki sen johtopäätöksen, että VYL:n ei ole realistista arvioida itseään kansainvälisen huippututkimuksen mittapuun mukaan. Sillä on muutamia erittäin päteviä ihmisiä ja joitakin erittäin hyviä teknisiä palveluja, ja eräiltä osin se antaa tärkeän panoksen koko maailmantieteelle kunnioitettavan julkaisutoimintansa kautta. Tärkeämpi kysymys ryhmän mielestä onkin se, onko VYL:n työ riittävän hyvää vastatakseen Suomen nykyisiä ja tulevia tarpeita.

Eräs, ehkä byrokraattinen, tapa vastata tähän kysymykseen on kysyä, onko VYL:n tutkimus riittävän hyvää

tuottaakseen ympäristöministeriön ja muiden viranomaisten tarvitsemia ja toivomia vesi- ja ympäristötietoja. Tämä on ensimmäinen arviointiryhmälle osoitettu kysymys (kohta 3.2). On erittäin vaikeata arvioida tutkimuksen laatua tällä tavoin, johtuen pitkästä viipeestä tutkimuksen ja sen sovellusten konkreettisten tulosten välillä. Kuitenkin aikaisemalla vesientutkimuslaitoksella oli hyvä maine tässä suhteessa, eikä arviointiryhmä näe mitään estettä sille, ettei tällainen perinne voisi jatkua. Jos ympäristöministeriö antaa säännöllisesti vuosittain tarkistettut yleisohjeensa tutkimuksen suuntaviivoista, ne luonnollisesti ovat suureksi avuksi tässä suhteessa.

Toinen tapa lähestyä tätä kysymystä hallinnollisesta näkökulmasta on kysyä, onko tehty sellaista tarkoituksenmukaista tutkimusta, että ympäristöongelmien käsittelemiseksi on riittävä tieto ja toimintavalmius. VYH:lle on äskettäin annettu vastuu öljypäästöjen torjunnasta sekä eräitä jätehuoltoon liittyviä tehtäviä; niiden myötä VYL:lle on langennut tutkimusvelvollisuus, joka koskee esim. mallintamista, prosessitutkimusta, hydrobiologiaa, tarkoituksenmukaisen maastotietojärjestelmän kehittämistä sekä koko maan kattavien teknisten yhteydenpitojärjestelmien perustamista. Kaikki tämän tyyppinen tutkimus voidaan ilmeisesti tehdä nykyisillä valmiuksilla, mutta yleisesti ottaen tehdään tällä hetkellä hyvin vähän hätätilannevalmiuksien kehittämiseksi. Se, että tutkitaan mitä saattaa tapahtua päästöjen seurauksena ennen kuin laivat ovat ajaneet karille, voisi olla tehokkaan valtion tutkimusorganisaation tunnusmerkki.

Arviointiryhmää on pyritty paljon informoimaan VYL:n tutkimusohjelman tarkoituksenmukaisuudesta Suomen ympäristöongelmien kannalta. Muutaman sanan yhteenvedon tekeminen ryhmän mielipiteistä monitahoisesta ohjelmasta on harhaanjohtavaa ja ehkä epäoikeudenmukaista, mutta yhteiset vaikutelmat tästä kysymyksestä ovat kutakuinkin seuraavat:

- Meneillään olevat tutkimusohjelmat ovat yleisesti ottaen tarkoituksenmukaisia Suomen nykyisten tai tiedostettujen ympäristöongelmien valossa. Kuitenkin VYL:n tutkijat esittivät ryhmälle useita havaitsemiaan puutteita, ja ryhmä löysi muita "aukkoja" - tai ainakin alueita, joista odotettiin kuultavan, mutta ei kuultu - , joista ryhmä oli yllättynyt. Esimerkiksi haitallisten aineiden tutkiminen vesistöissä, joihin lasketaan massoja paperitehtaiden jätevesiä, näyttää saaneen odotettua vähemmän huomiota maassa, jossa tällainen aihe on potentiaalisesti niin tärkeä. Toinen yllätys oli sellaisen analyttisen valmiuden puuttuminen, joka mahdollistaisi torjunta-aineiden kokonais- tai synergisten vaikutusten nykyaikaisen arvioimisen maa- ja vesiympäristössä. Mutta kaikki tutkimus, josta arviointiryhmä kuuli, oli tarkoituksenmukaista Suomen ympäristöongelmia tai operatiivisia tarpeita silmälläpitäen, ja puut-

teellisuudet näyttivät olevan ongelmia painotuksessa, voimavaroissa tai koordinaatiossa, ei aiheiden valinnassa.

- Pitkän tähtäyksen ongelmiin suuntautunut tutkimus on huonosti kehittynyt, ja eräillä alueilla tämä puute on silmiinpistävä. Vain ulkopuolisen rahoituksen ja aloitteen turvin, kuten HAPRO-projektissa, VYL:lla näyttää olleen luottamusta tai päättäväisyyttä aloittaa tutkimus kysymyksestä, joka ei vaadi välittömiä ratkaisuja mutta joka tulevaisuudessa saattaa olla Suomelle hyvinkin tärkeä. Kysyttäessä tutkimuksen johtajilta näistä aiheista - esim. uudesta ohjelmaehdotuksesta ilmastomuutosten vaikutusten tutkimiseksi, metsätaloudellisen toiminnan muutosten aiheuttamasta kuormituksesta tai tieteellisistä kysymyksistä, jotka liittyvät maankohoamiseen ja sen vaikutuksiin suoalueisiin - he olivat huolestuneita ja tietoisia tarpeesta aloittaa näiden ongelmien tutkimus, joiden vakavuuden ja tärkeyden he arvioivat kasvavan; mutta he suhtautuivat pessimistisesti mahdollisuuksiin tutkimusten aloittamiseen. Tietäen ainaisen tutkimusvarojen puutteen (tämä tehtiin ryhmälle selväksi, mutta se ei ole vain Suomelle ominainen tilanne), ymmärtää kyllä uusien, tulevaisuuteen tähtäävien ohjelmien käynnistämisen vaikeudet vaikka niillä pitkällä tähtäyksellä on tärkeä kansallinen merkitys. Mutta kun tämä tilanne jatkuu vuodesta toiseen laitoksen tutkimuksen vetäjien vilpittömästä huolestuneisuudesta huolimatta, kykenemättömyys toimia heijastaa ylemmän johdon ja ministeriön käsityksiä laajemmasta vastuusta. Laitoksen tutkijoilla on usein parhaat edellytykset arvioida tutkimustarpeita ja syy-seuraussuhteita.
- Kun Suomi edelleen teollistuu, voidaan otaksua, että maa tulee kokemaan enemmän samoja pilaantumishuhkia ja ongelmia, joita jo esiintyy vielä teollistuneemmissa maissa. Onneksi muiden maiden kokemukset toimivat ennakkovaroituksina ja antavat viitteitä niistä toimenpiteistä, joihin pitäisi ryhtyä tällaisten ongelmien välttämiseksi ja ratkaisemiseksi. Tämä on sellainen alue, joka vaatii suomalaisilta tutkijoilta "tutkimusvalpautta" ja ulospäin suuntautuvia yhteyksiä. Kaikkia ongelmia ei kuitenkaan voida ratkaista lainaamalla tiedettä muualta. Erityisesti metsätalouden merkitys Suomelle on arviointiryhmän mielestä sellainen asia, että maan pitäisi laajasti tutkia juuri pohjoisiin metsäekosysteemeihin ja metsäteollisuuden aiheuttamaan likaantumiseen liittyviä kysymyksiä. Esimerkiksi happamoitumisen vaikutukset pohjoisiin metsiin Suomelle tunnusomaisissa topografisissa oloissa, yhdistyneenä ilmastomuutoksista aiheutuvaan rasitukseen, ovat ennakoitavissa oleva ongelma, jonka tutkimus on parhaiten tehtävissä Suomessa. Tämä on lisäksi alue, jolla Suomi voisi huomattavasti edistää kansainvälistä tiedettä, kuten se on jo tehnyt

monella muulla metsäntutkimuksen alalla. Suomen johtavasta asemasta pohjoisten metsien suojeluun ja hyödyntämiseen liittyvässä ympäristöntutkimuksessa voi syntyä teknologisia, taloudellisia ja myös ympäristöllisiä hyötyjä ja nämä mahdollisuudet tulisi ottaa huomioon suunniteltaessa tutkimusohjelmia ja harkittaessa uusien laitteiden ja palvelujen tarpeellisuutta.

- Odottamattomiin ympäristöllisiin hätätilanteisiin liittyvä tutkimus näyttää olleen laiminlyöty, ja se on vasta nyt VYL:ssä alkamassa uuden tehtäväalueen myötä. Arviointiryhmä on tietoinen siitä, että pienelle tutkimuslaitokselle on erittäin vaikeata kehittää ja ylläpitää vakaata tutkimusohjelmaa laajalla vastualueella, ja samalla varautua hätätapauksiin, joita väistämättä tulee esiintymään. Silti suunniteltu tutkimusohjelma tällä alueella on välttämätön, jotta voidaan ylläpitää tietoa nopeasti muuttuvista uhista ja niiden torjunnasta sekä luoda yhteyksiä muihin asiantuntijoihin ja laitoksiin, joita ilman VYL:n ohjelma olisi vajavainen. Suomen ympäristön kannalta kriittisimmät tutkimusalueet näyttävät tässä suhteessa olevan:
  - öljypäästöt (kylmät, happamat ja humuspitoiset sisävesistöt sekä säännöllisesti jäätyvät murtovesimerialueet)
  - myrkkypäästöt (maantiet, kaupungit ja sisävesistöt)
  - vuodot kaatopaikoilta, satamista ja maanteiltä.

VYL:n harjoittaman tutkimuksen laadusta arviointiryhmä voi tällä hetkellä sanoa, että joskin se on epätasaista, niin kokonaisuutena se kestää hyvin vertailun muiden samankokoisten laitosten kanssa, joiden tehtäväalue on yhtä laaja. Jotkut arviointiryhmän jäsenistä katsoivat tutkimuksen tason olevan ihailtavan korkea ottaen huomioon käytettävissä olevat voimavarat, kun taas toiset huomauttivat, että suurin osa VYL:n tutkimuksesta on varsin perinteistä maailmanlaajuisesti katsottuna (kohta 3.5). Hyvän tutkimuksen kustannukset ovat kuitenkin nousemassa sekä absoluuttisesti että suhteellisesti ottaen. Arviointiryhmä pelkää, että monella alueella nykyisen korkean tieteellisen tason säilyttäminen on erittäin vaikeata, puhumattakaan sen nostamisesta, ongelmien tullessa yhä monimutkaisemmiksi ja laitteiden yhä vaativammiksi, ellei rahoitusta lisätä ja tutkimuksen jatkuvuutta turvata. Ellei tutkimusrahoitusta lisätä, on ainoa tapa säilyttää korkealaatuinen tutkimus VYL:n ohjelman laajuuden tietoinen supistaminen. Arviointiryhmä ei löytänyt VYL:n ohjelmasta ainuttakaan aluetta, joka olisi kyllin laaja vaikuttaakseen merkittävästi budjettiin ja joka ryhmän mielestä voitaisiin turvallisesti jättää pois vaarantamatta Suomen tieteellistä valmiutta ratkaista ympäristöongelmiaan.

Tärkeä näkökohta VYL:n tutkimusprojektien tieteellisen tarkoituksenmukaisuuden ja tason ylläpitämisessä on laitoksen tutkijoiden osallistuminen kansainväliseen tutkimustoimintaan. VYL:ssa on joitakin oivallisia esimerkkejä kansainvälisestä osallistumisesta. Laitoksen johtaja ja monet johtavista tutkijoista ovat aktiivisia kansainvälisissä järjestöissä omilla erikoisaloillaan. VYL osallistuu pohjoismaisiin ja ISO:n puitteissa toteutettaviin testaus- ja standardisointiohjelmiin, ja se on myös osallistunut ECE:n ja OECD:n tutkimuksiin sekä kansainvälisiin Itämeritutkimuksiin monella eri alalla. Arviointiryhmä on tietoinen tästä ja arvostaa sitä; kuitenkin ryhmä oli yllättynyt siitä, kuinka vähän kansainväliseen tutkimukseen viitattiin keskusteluissa VYL:n toiminnasta ja ongelmista. Vaikuttaa siltä, että tutkijoiden mielessä kansainvälinen toiminta on jollain tavoin erotettu laitoksen meneillään olevasta työstä. Saattaa olla, että arviointiryhmälle pyrittiin erityisesti painottamaan puhtaasti kotimaista ohjelmaa, ja silloin ryhmän huoli ilmeisestä yhteyden puuttumisesta kansainvälisen ja kotimaisten tutkimuksen välillä ei ole oikeutettu. Mutta ryhmä korostaa, että Suomelle kuten useimmille maille, kansainväliset yhteydet ja osallistuminen kansainväliseen toimintaan ovat tehokas ja taloudellinen tapa saada tuntuma yleismaailmalliseen tietämykseen, joka palvelee Suomen tarpeita ja varmistaa, että tieteen laatu Suomessa on yhtä hyvä kuin paras muualla. Kansainväliseen tutkimukseen osallistumisen ei tarvitse merkitä meneillään olevien ohjelmien muuttamista, ja monet VYL:n nykyisistä hankkeista todella edistävätkin kansainvälistä tutkimusta. Tärkeimpiä kansainvälisiä ohjelmia, joihin Suomi osallistuu maana ja joihin VYL:n olisi tarkoituksenmukaista osallistua omalta osaltaan sekä tarvittaessa vahvistaa johtavaa asemaansa, ovat Kansainvälinen hydrologinen ohjelma (International Hydrological Programme, IHP), Maailman ilmastotutkimusohjelma (World Climate Research Programme), IAHS:n (International Association of Hydrological Sciences) pohjoisten tutkimusalueiden verkosto-ohjelma, Unescon Ihminen ja biosfääri -ohjelma (Man and the Biosphere Programme, MAB) sekä ICSU:n (International Council of Scientific Unions) kansainvälinen geosfääri-biosfääri-ohjelma (International Geosphere-Biosphere Programme, IGBP).

## 2.4 TUTKIMUKSEN VOIMAVARAT

### 2.4.1 Tutkimusrahoitus

Vaikka kansainvälisen arviointiryhmän tehtävä tai aikomus ei ollut tutkia rahoituskysymyksiä kovin yksityiskohtaisesti, oli riittämätön rahoitus selvästi yleisin ongelma, jonka VYL:n tutkijat mainitsivat.

Arviointiryhmä otti itselleen vapauden tarkastella rahoituskysymyksiä neljällä eri alueella:

- rahoituksen kohdentaminen eri tutkimusprojekteihin ja niiden välillä
- ulkopuolisen rahoituksen mahdollisuudet
- niiden alueiden tunnistaminen, joilla tutkimusvaroja voitaisiin säästää
- niiden alueiden tunnistaminen, joilla pieni lisärahoitus voisi johtaa tieteellisen tuottokyvyn merkittävään lisääntymiseen.

Seuraavassa esitetään käytyjen keskustelujen perusteella joitakin kommentteja, vaikutelmia ja ehdotuksia; arviointiryhmä ei tässä yhteydessä pohdi kysymystä VYL:n kokonaisrahoituksen riittävydestä:

- Näyttää olevan tarpeen kehittää avoimet, hyvin ymmärrettävät periaatteet ja menettelytavat, jotka ohjaavat voimavarojen kohdentamista VYL:n eri projekteihin ja joilla erityisesti määritellään voimavarojen jako seurantatoiminnan ja tutkimustoiminnan välillä.
- VYL:n yhteisiin toimintoihin (esimerkiksi tietojenkäsittelyyn, tilaustoihin ja useiden toimistojen yhteishankkeisiin) tulee osoittaa voimavarat erikseen. Tällöin ei yhtä toimistoa rasisitettaisi kustannuksilla, joista useampi toimisto hyötyy. Erittäin tärkeää on, että analyttiseen ja muuhun laboratoriotoimintaan sekä tietojenkäsittely- ja kirjastopalveluihin tarvittavat varat otetaan huomioon uusien tutkimusohjelmien rahoitusta järjestettäessä.
- Menettelyjä ulkopuolisen rahoituksen hankkimiseksi (VYL:n rahoituksen täydentäminen tai yhteistutkimukset muiden laitosten kanssa) pitäisi yksinkertaistaa ja ulkopuolisin varoin tehtävä tutkimus- ja kehitystyö tulisi määritellä selvemmin.
- Arvioinnin ja keskustelujen aikana tuli esille monta tutkimusta tai aihepiiriä, joissa arviointiryhmän mielestä pieni lisärahoitus voisi suuresti lisätä tutkimuksen tieteellistä tuottavuutta. Tällainen voisi johtaa niukkojen tutkimusvarojen erittäin tehokkaaseen käyttöön. Mahdollisia esimerkkejä ovat
  - purkuvesistöjen seurannassa käytettävien biologisten testien parantaminen
  - laboratorioiden laadunvalvonnan ulottaminen myös teollisuuslaitosten laboratorioihin
  - kroonisen, pieninä pitoisuuksina tapahtuvan pilaantumisen vaikutusten tutkimuksen lisääminen hajakuormituksen tutkimuksessa
  - HAPRO-projektin tulosten tieteellinen yhteen-  
veto ja arviointi, joka sisältää ilma-,



metsä- ja vesiekosysteemit.

- vesimikrobiologia.
- Arviointiryhmä korostaa, että nykyisen tutkimusohjelman toteuttamisessa tulisi käyttää tarkoin hyväksi kaikki mahdollisuudet taloudellisuuden lisäämiseksi. Ryhmä suosittelee, että VYL:n johto tekee kaikkensa varmistaakseen, että näin säästetyt varat osoitetaan niille toiminnoille, jotka eniten hyötyvät pienestä voimavaralisäyksestä.

#### 2.4.2 Tieteellinen henkilöstö ja avustava henkilöstö

Eräitä henkilöstöön liittyviä huomautuksia tehdään yksittäisten tutkimusohjelmien tarkastelun yhteydessä kohdassa 3.5. Koko VYL:a koskevat lisäksi seuraavat kaksi huomautusta:

- On tarpeen luoda toimintasuunnitelma, jolla henkilökuntaa rohkaistaan hankkimaan erikoiskoulutusta uusilta aloilta, jotta pystytään selviytymään laajenevista ympäristötehtävistä ja niiden vaikutuksista tutkimuksen painotuksiin ja menetelmiin. Tätä ei pitäisi jättää, samassa määrin kuin nyt näyttää tapahtuvan, tutkimuksen vetäjien tai yksittäisten tutkijoiden henkilökohtaisen aloitteellisuuden varaan tai toteuttaa vasta äärimmäisen pakon edessä.
- Vastuuntuntoisten ja kokeneiden tutkijoiden pessimismi, joka koskee mahdollisuuksia saada heidän mielestään tarvittavaa lisärahoitusta, on hyvin valitettavaa. Tämän pessimismin voittamiseksi tarvitaan luovia hallintotoimenpiteitä. Arviointiryhmä ei tiedä, mitä nämä toimenpiteet voisivat olla, mutta kannattaisi tutkia menettelyjen kehittämistä ulkopuolisen rahoituksen saamiseksi ja yksittäisten tutkijoiden motivoimista oman rahoituksen hankkimiseksi sekä tutkijoiden palkitsemista heidän onnistuessaan siinä. Muita mahdollisuuksia olisivat pitempiaikaisten poissaolojen järjestäminen siten, että tuona aikana kerätäisiin projektivaroja, jolloin tutkijan palatesa töihin niitä olisi käytettävissä kunnollinen määrä. Myös tiiviit yhteistutkimukset yliopistojen kanssa yms. auttavat rahoitusjärjestelyissä.

Nämä tutkijoita koskevat ongelmat ovat tietenkin VYL:n johdon välitön huolenaihe, jonka johto tiedostaa. Ongelmat eivät kuitenkaan ole pelkästään VYL:n sisäisiä vaan koko VYHA:n ongelmia, ja niitä tulisi käsitellä tältä pohjalta. Koska VYL kuitenkin on VYHA:n johtava tutkimusyksikkö, on johdonmukaista, että se toimii tieteellisen tason ja hengen luojana ja ylläpitäjänä. Tämä on VYL:n johdon "taakka", mutta myös mahdollisuus. Asiaa tarkastellaan enemmän kohdassa 4.6.

### 2.4.3 Tutkimuslaitteet ja -välineet

Arviointiryhmä oli tyytyväinen tarkastaessaan tutkimuslaboratoriota. Nykyiset välineet tekivät ryhmään vaikutuksen ja näyttivät hyvin hoidetuilta ja tehokkailta. Ryhmä pani myös mielihyvällä merkille, että kahden viime vuoden aikana on löytynyt varoja uusiin laitteisiin useiden vuosien heikon rahoituksen jälkeen. Varat on käytetty viisaasti. On myös rohkaisevaa, että tutkimuslaboratoriolle on valmistumassa uudet tilat. Tulevia vaatimuksia ajatellen on nyt ilmeinen tarve suunnitella uusien laitteiden hankkimista sekä ratkaista, miten muuton aikana minimoidaan katkoksesta aiheutuvia häiriöitä tärkeissä ruutiinitöissä. Samoin tulee pohtia, miten uuden laboratorion perustamisen jälkeen saavutetaan uusista laitteista mahdollisimman suuri hyöty. Tämä vaatii selkeää näkemystä VYL:n ja VYHA:n roolista ja tehtävistä tulevaisuudessa, ja merkitsee sitä, että tutkimuslaboratorion suunnittelijoiden tulee olla mukana hahmottelemassa VYL:n ja VYHA:n toiminnan suuntaviivoja (kohta 4.2.2).

Nykyiset laitteet yleisiä ja hivenaineiden analyysijä varten näyttävät riittävältä palvelemaan vesientutkimuksen nykyisiä tarpeita, ottaen huomioon piirilaboratorioiden suunnitellut uudet laitehankinnat. Massaselektiivisellä detektorilla varustettu kaasukromatografi (GC-MSD) on suuresti lisännyt tutkimuslaboratorion valmiuksia orgaanisessa analytiikassa. Tutkimuslaboratiolta kuitenkin puuttuu korkean erotuskyvyn nestekromatografi (HPLC) sellaista orgaanisten aineiden analysoimiseksi, jotka eivät ole määritettävissä GC-erottelulla (esim. polysykliset aromaattiset hiilivedyt ja tietyt torjunta-aineet). Orgaanisten mikropollutanttien tutkimuksen ja seurannan lisääntyvä tarve edellyttää tämän puutteen pikaista korjaamista.

GC-MSD-laite on suunniteltu tiettyjen tunnettujen yhdisteiden rutiinimäärityksiin, ja se on ihanteellinen nykyisiä tehtäviä ajatellen. Pidemmällä tähtäyksellä pitäisi harkita korkean erotuskyvyn massaspektrometrin (MS) hankkimista, koska se on tarkoituksenmukaisempi väline kartoitus- ja "salapoliisi"-työssä tuntemattomien orgaanisten yhdisteiden tunnistamiseksi. Tällaiset tehtävät todennäköisesti lisääntyvät lähitulevaisuudessa, kun jätehuolto- ja kemikaalivaltontatehtävät lisääntyvät. Kun tiedetään tällaisen järjestelmän hinta ja laitteen käyttöönottoon tarvittava työmäärä, VYL:n johdon ja laboratorion päällikön tulisi huolellisesti arvioida laitteen hankintaa laitoksen tehtävien ja tavoitteiden sekä tutkimusohjelmien suuntautumisen valossa. Sillä aikaa ulkopuolisten (esim. VTT:n) massaspektrometrilaitteiden käyttö saattaisi estää ennen aikaisten päätösten tekemisen, ja antaisi VYL:lle aikaa kokemusten keräämiseksi, minkä perusteella se voi arvioida laitteiston tarpeellisuuden ja käyttötavan. Asiaa käsitellään lisää kohdassa 4.2.

Analyyttisten ja muiden tutkimusvälineiden hankinnan

suunnittelussa tulee ottaa huomioon Suomen maantieteen ja ympäristön erityispiirteet, sekä ne todennäköiset muutokset teollisuuden ja maankäytön kehityksessä, jotka saattavat vaikuttaa Suomen ympäristön kuormittumiseen. Kuten kohdassa 2.3 huomautettiin, metsien taloudellisesta ja kansallisesta merkityksestä johtuen on tärkeätä, että Suomessa kehitetään asian-  
tuntemusta ja valmiuksia metsäteollisuuden ympäristöpäästöjen tutkimiseksi. Tämä antaa Suomelle myös mahdollisuuden ottaa johtava asema tällä tutkimusalalla. Tshernobylin onnettomuuteen liittyvät äskettäiset tapahtumat ovat osoittaneet taiga-vyöhykkeelle sopivien kenttähavaintojen, näytteenoton ja analyysivälineiden tarpeellisuuden. Johtavan aseman saavuttaminen tai erikoistuminen taiga-alueiden saastumistutkimuksessa olisi arvokasta ei ainoastaan Suomelle vaan myös muille Pohjoismaille, Neuvostoliitolle ja Pohjois-Amerikalle. Muita erikoisvälineitä ja -menetelmiä vaativia ongelmia ovat Pohjanlahden rannikkoalueen jätehuolto ja muu ympäristönsuojelu. Nämä ovat huomioonotettavia lisätekijöitä VYL:n tutkimuslaboratorion ja VYP:ien laboratorioden tulevaa asemaa ja laitteita suunniteltaessa.

Arviointityön aikana ryhmä kuuli usein, että tieteellistä tutkimusta häyttäsi tai hidasti riittämätön analyysipalvelu. Kaikkien uusien tutkimushankkeiden tulee ryhmän saaman tiedon mukaan sopia tai suoraan maksaa tarvitsemistaan määrityksistä, ja laboratorio-työn kustannukset budjetoidaan siten ainakin osittain projekteihin. Tällainen käytäntö on hyvä rutiinianalyysejä ajatellen mutta usein ongelmallinen analyttisten menetelmien korkeatasoisessa tutkimuksessa. Arviointiryhmän mielestä tutkimuslaboratoriolla tulisi olla jonkin verran varoja "maksuttoman" palvelun antamiseen VYL:n toimistoille; toisaalta tutkimusjohdon ja tutkimusten vetäjien tulisi osaltaan vaikuttaa analyysipalvelun ylikuormittumisen estämiseen. Rutiinianalyysejä tulisi myös delegoida piireille aina kun se on taloudellisesti ja teknisesti mahdollista, kunhan vain samalla huolehditaan riittävästä laadunvalvonnasta. Tulisikin noudattaa periaatetta, että tutkimuslaboratorio vapautetaan keskittymään monimutkaisiin ja erikoisasiantuntemusta edellyttäviin analyysihin sekä tutkimukseen liittyviin kysymyksiin. Ryhmä pani tyydytyksellä merkille, että rutiinistyötä on jo yhä enemmän hajautettu taloudellisuuden ja tehokkuuden perusteella ja että tämä ei ole tuonut mukanaan suurempia laadunvalvontaongelmia.

Mikro-organismien määrittämisessä ja identifioinnissa sekä niiden ympäristöreaktioiden ja myrkyntuotantokyvyn selvittämisessä näyttää olevan erilaisia, pikaisia toimenpiteitä vaativia ongelmia. VYHA:lla on hyvät välineet nykyisen tutkimusohjelmansa vaatimusten täyttämiseksi, ja se on ryhtynyt parantamaan ja standardisoimaan piirilaboratorioiden mikrobiologisia rutiinimäärityksiä (kohta 3.5.6). Suuri osa standardisoiduista mikrobiologisista analyysistä tehdään kunnallisissa sekä terveys- ja maatalousalan laitoksissa. "Ympäristömikrobiologian" tarve kasvaa kuitenkin

kin nopeasti, ei ainoastaan VYHA:ssa vaan yleisemminkin valtionhallinnossa ja teollisuudessa, ympäristön pilaantumisesta ja myrkyllisten aineiden leviämisestä johtuen. VYHA:n laboratoriot tai metsäteollisuuden eräät laboratoriot ovat näiden määritysten tärkeimpiä tekijöitä Suomessa. Kuitenkaan VYL ei nykyisellä henkilökunnallaan ja laitteistollaan pysty vastaamaan niihin tarpeisiin, joita VYP:ien uudet valvonta- ja seurantatehtävät tai äkilliset ympäristöongelmat, kuten myrkylliset leväkukinnot, edellyttävät. Tästä ei kärsi ainoastaan tutkimusohjelma, vaan viivästysten ja myöhästymisten kerrottiin olevan sitä luokkaa, että valvojien on ollut pakko tulla toimeen ilman analyysituloksia tai heidän on ollut käännäyttävä teollisuuden laboratorioden puoleen, mikä tietyissä tapauksissa herättää kysymyksiä mahdollisesta jääviydestä (kohta 3.5.7). Tämän pahenevan ongelman ratkaisu on määritysten kysynnän kontrollointi ja eitutkimuksellisten analyysivalmiuksien sovittaminen rutiinianalyysien ja ennakoitavissa olevien muiden analyysien mukaan.

On tärkeää, että tutkimussuunnittelun osana tehdään säännöllisesti arviot kemiallisten ja mikrobiologisten määritysten tarvittavasta kapasiteetista ja sen jakautumisesta VYL:n tutkimuslaboratorion ja VYL:n muiden yksiköiden sekä piirilaboratorioiden välillä; arvioinnin tulee pohjautua ympäristön suojelun ja tutkimuksen tarpeisiin maan eri osissa. Voisi myös olla hyödyllistä tutkia, miten erikoismääritysten tarve tulisi ottaa huomioon suunniteltaessa ja hyväksyttäessä VYL:n tutkimusohjelmaa, sekä myös menetteilyä, jolla tutkimuslaboratorion voimavarat kohdennetaan eri tutkimushankkeisiin ja tehtäviin.

Muut tutkimusta tukevat palvelut, kuten tietojenkäsittelyjärjestelmä ja kirjasto, näyttävät erinomaisilta. Arviointiryhmällä ei ollut mahdollisuutta kovinkaan paljon tutkia kenttätövälinetilanetta. Ryhmä kuuli joistakin ongelmista: tarkoituksenmukaisen matalan veden aluksen puuttuminen länsirannikolla on oleellinen puute VYL:n ja kyseisten piirien toimintaa ajatellen. Ryhmä toivoo, että selkeiden tavoitteiden määrittely ja tutkimusohjelmien avoimempi suunnittelu parantavat laitehankintamahdollisuuksia, niin että sekä tutkimus- että rutiinityö voidaan hoitaa tyydyttävästi ja taloudellisesti.

## 2.5 TOIMINNALLISIA JA YLEISIÄ NÄKÖKOHTIA

### 2.5.1 Julkaisutoiminta ja tiedon välittäminen

VYL:n tutkimustoiminnan tulosten välittäminen julkaisemalla on hyvin hoidettu. Työt on raportoitu viivyttelämättä sopivasti kotimaisiin ja kansainvälisiin sarjoihin jaettuna. Sähköisen viestinnän käyttö tulosten levittämiseen tulevaisuudessa näyttää lupaavalta ja siirtyminen tähän viestinnän muotoon hyvin suunnitellulta, koska sen on ajateltu tapahtuvan vaiheittain ottamalla huomioon sekä vanhat että uudet

tiedon käyttäjät.

Arviointiryhmä sai kuitenkin sen vaikutelman, että joillakin tutkimuksen alueilla välituloksista tiedottamisessa ja niistä keskustelemisessa on toivomisen varaa. Koska suhteellisen pienessä laitoksessa tehdään paljon erilaisia tutkimuksia ja koska on tarvetta käyttää niukat resurssit mahdollisimman hyvin rajaamalla tutkimusaihe, on luonnollista, että jotkin tutkimukset tehdään paljolti erillisinä jopa VYL:n sisällä ja tulokset esitetään keskusteltaviksi vasta kun työ on saatu valmiiksi. VYL:n suhteellisen pienen tutkijamäärän vuoksi olisi kuitenkin tärkeää, että tuloksista keskusteltaisiin tutkimuksen kaikissa vaiheissa. Ei ainoastaan tutkimustulosten vaan myös suunnitelmien ja ideoiden vaihto on tärkeää luotaessa elinvoimaista ja tehokasta julkista tutkimuslaitosta. Tämän vastakohtana on tutkijajoukko, joka saman katon alla tekee omaa tutkimustyötään toisistaan erillään. Erityisesti tällä hetkellä on tärkeää, että laitoksen johto ja tutkimusprojektien johtajat kiinnittävät huomiota laitoksen sisällä tapahtuvaan kommunikointiin sekä tieteellisissä että tutkimuspoliittisissa asioissa, koska VYL on aikaisempaa laajemmin vastuussa ympäristöasioista; sen vastuualueella on nykyään sellaisiakin aiheita, joihin VYL:n vanhempi henkilökunta ei ole saanut koulutusta. VYL:n ja VYL:n saadessa lisää ympäristötehtäviä tiedonvälityksen tarve kasvaa ja ideoiden vaihtaminen tutkimusprojektien ja eri tieteenalojen välillä tulee yhä tärkeämmäksi.

Vaikka arviointiryhmän tietämys Suomen ympäristöntutkimuksesta on parhaimmillaankin vaillinnaista, on ryhmän mielestä Suomessa todellista tarvetta käydä vilkasta ja laajaa keskustelua ympäristöasioista. Ympäristöasioita käsittelevälle tieteelliselle tiedotuslehdelle näyttäisi olevan perusteita. Tällaisen tiedotuslehden ilmestyminen voitaisiin yhdistää vaikkapa säännölliseen vapaamuotoiseen seminaarisarjaan, jossa jaettaisiin informaatiota ja herätettäisiin kiinnostusta ympäristöasioihin. Tällaisen tietojenvaihdon tulisi olla eri tieteenalojen välistä ja sen pitäisi käsitellä kaikki VYL:n yksiköt, VYP:t, Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT), Merentutkimuslaitoksen, yliopistot jne. Ministeriön alaisena maan ympäristöntutkimuslaitoksena VYL olisi luonnollinen yksikkö tekemään aloitteen koko Suomen ympäristöntutkimusyhteisön aktivoimiseksi ja ajan tasalla pitämiseksi. Tällaisessa aloitteessa on tärkeää, että se mitä tehdään, tehdään säännöllisesti ja sitä tuetaan tarpeeksi kauan, jotta kiinnostus viriää ja toiminta jatkuu sen jälkeen omalla painollaan.

## 2.5.2 Yhteistyö muiden laitosten kanssa

Vaikka erinomaisesta yhteistyöstä on useita esimerkkejä, arviointiryhmä havaitsi valitettavan paljon tapauksia, joissa yhteistyötä ja yhteyksiä ympäristöntutkimuksessa täytyisi kehittää. VYL:n neljän yksikön

sekä VYL:n, VYH:n ja VYP:ien välisestä kanssakäymisen ja vuorovaikutuksen puutteesta oli merkkejä. Joskus näytti siltä, etteivät VYL:n tutkijat tunteneet kuuluvansa Suomen valtion ympäristöorganisaatioon, vaikka VYH on ympäristöministeriön alainen keskusvirasto. Ympäristöministeriön eräät osat olivat VYL:n tutkijoille vieraita, samoin kuin ympäristöasioiden kannalta tärkeät osat maa- ja metsätalousministeriötä, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitosta, Merentutkimuslaitosta ja Ilmatieteen laitosta. Vaikka arviointiryhmä sai kuulla monista VYL:n ja VTT:n välisistä yhteistyöhankkeista, monet tutkijat antoivat ymmärtää, että VTT:n toiminta ja sen yhteydet ympäristöntutkimukseen ovat heille arvoitus. Kuitenkin VYL:n olisi oltava laajenevissa ympäristötehtävissään tietoinen muiden ympäristöasioita lähellä olevien laitosten ohjelmista sekä yhteistyössä niiden ja muiden tätä tiedettä tukevien yhteisöjen kanssa.

Jotkin VYL:n ohjelmat ovat suoraan yhteydessä lääninhallitusten ja kuntien tuottamiin tietoihin ja tutkimustarpeisiin. Tämän tyyppiset työt, joita ryhmälle kuvattiin, sisälsivät automaattisten hydrometrusten laitteiden kehittämistä, lumipeitteen tutkimusta, maa- ja metsätaloustoimenpiteiden hydrologisten vaikutusten tutkimusta sekä jätevesien käsittelytutkimusta. Lääninhallitukset ja kunnat siis ovat, tai niiden tulisi olla, VYL:n asiakkaita. Monet niistä myös tuottavat tutkimuksessa tarvittavia tietoja ja joissakin tapauksissa ne voisivat osallistua tutkimukseen.

Arviointiryhmä ei halua vaikuttaa naiivilta tällä alueella ja sen tiedot suomalaisesta ympäristön- ja vesientutkimuksen yhteisöstä ovat rajallisia. Ryhmä ymmärtää, että yhteistyön ja yhteistoiminnan edistämisessä ja järjestämisessä on paljon vaikeuksia. Ryhmästä myös tuntuu, että tieteellisten ryhmien ja hallinnon välillä on enemmän yhteistyötä kuin tuli esille. Kuitenkin ryhmä oli hämmästynyt, kun eri tutkijaryhmät, joiden työt sen mielestä täydensivät toisiaan, myönsivät etteivät ne tunteneet toistensa töitä.

Kun tutkimusresurssit tulevat niukemmiksi, tutkimushenkilökunta ylikuormittuu yrittäessään pitää omat tutkimusohjelmansa käynnissä. Tällöin yhteistyö toisten tutkijoiden ja ulkopuolisten tutkimusryhmien kanssa tulee entistä oleellisemmaksi eikä se ole ylläilyttävää. Yhä laajenevan tieteidenvälisyyden, ympäristötieteiden monimuotoisuuden, laajenevien tehtävien ja jatkuvan monimutkaisten tutkimuslaitteiden hankintatarpeen vuoksi on oleellista sekä käytännön että tieteellisten syiden perusteella kehittää yhteistyötä muiden ympäristöalan laitosten kanssa vielä enemmän kuin muissa luonnontieteissä on ollut tapana.

Arviointiryhmän yleiskäsitykseksi jäi, että useimmilla VYL:n tutkijoilla on yhteistyötä ja tietojen vaihtoa muiden maiden saman alan tutkijoiden kanssa. Näyttää usein siltä, että kansainvälinen yhteistyö on helpom-

paa kuin yhteistyö niiden oman maan tutkijoiden kanssa, jotka työskentelevät omaa alaa lähellä olevilla mutta kuitenkin eri tieteenaloilla. Tämä näytti pitävän paikkansa VYL:n tutkijoidenkin suhteen. Ympäristöntutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi on kuitenkin tarpeellista, että VYL hoitaa taitavasti tieteidenväliset yhteydet myös Suomessa.

### 2.5.3 Koulutus

VYL:n toimintalinja, joka rohkaisee henkilökuntaa suorittamaan akateemisia jatkotutkintoja on hyvä, ja se on tuottanut laitokselle muutamia hyvin koulutettuja ja erittäin motivoituneita tutkijoita. Tätä politiikkaa on ohjattava huolellisesti, niin etteivät VYL:n tavoitteet tai aikataulut häiriidy ja ettei synny sisäisiä eturistiriitoja.

Täydennyskoulutusta ja uusissa tehtävissä tarvittavia taitoja koskeva koulutusohjelma VYL:n ja VYP:ien tutkijoille olisi hyödyllinen sekä tutkimuksen itsensä että henkilökunnan työmoraaalin kannalta. Laitoksen laajenevien ympäristöalan tehtävien vuoksi saattaisi olla hyödyllistä kiinnittää huomiota hydrologiaan erikoistuneiden tutkijoiden kouluttamiseen muissa ympäristöasioissa (ks. kohta 2.4). Tämän saavuttamiseksi VYL:n on ehkä järjestettävä erikoiskursseja tai tutkijavaihtoa VYL:n yhteistyölaitosten kanssa (kohta 2.5.2) sekä kannustettava henkilökuntaansa opiskeluun.

On myös syytä varmistaa, että tekninen henkilökunta saa lisäkoulutusta ja mahdollisuuden oppia käyttämään uusia laitteita ja näin pätevöityä vaativiin uusiin tutkimustehtäviin.

### 2.5.4 Laitoksen ohjelma

Arviointiryhmälle annettu päätehtävä oli arvioida VYL:ssa ja muualla VYHA:ssa tehtävää tutkimusta. Ilmeisesti odotettiin, että tällainen arviointi olisi hyödyllinen ympäristöhallinnolle sen omissa arvioinneissa ja VYL:n toimintojen uudistamisessa. Arviointityön aikana tuli selväksi, että esitysten ja keskustelujen pääsisältönä olivat uusien tehtävien edellyttämät muutokset ja parhaan mahdollisen tulevan ohjelman laatiminen siten, ettei menetettäisi nykyisten toimintojen arvokkaita puolia. Kaksi huolenaihetta kävi tässä yhteydessä erityisen ilmeiseksi: 1) seurantojen arviointi, uudistaminen ja suhde tutkimukseen sekä 2) tulevan tutkimuksen suunnittelun perusteet.

Hydrologisen ja vesien tilan seurannan arviointi ja seurannan suhde VYL:n tutkimusohjelmiin vaatisi tietoa mittauksen teknisistä yksityiskohdista suhteessa seurattavien vesistöjen varsinaisiin ominaisuuksiin, mitattavien tietojen käyttötarkoituksesta, niistä valtakunnallisista tai alueellisista eduista, joita tietojen käytöstä syntyy, niistä kustannuksista,

joita käyttäjille tai valtiolle syntyy jos tietoja ei ole tai jos ne ovat huonolaatuisia ja niistä mahdollisista tietotarpeista, joita nykyään kerätyt tiedot eivät täytä. Tällaisia tietoja ei ollut ryhmän käytettävissä ja monissa tapauksissa niitä ei todennäköisesti ole lainkaan olemassa. Suomessa on tehty järjestelmällisiä hydrologisia mittauksia yli 80 vuotta, aluksi vaihtelevasti mutta vähitellen yhä täydellisemmin ja tarkemmin. Käyttäjäyhteisö on luonnollisesti muotoutunut olemassa olevan tiedon pohjalta ja tullut siitä riippuvaksi. Sen vuoksi nykyisten mittausten jatkuvuuden ylläpitoa pidetään oikeutetusti arvokkaana. Mutta tietojen käyttötarkoitukset ovat kieltämättä suureksi osaksi muuttuneet kuluneen kahdeksan vuosikymmenen aikana; hydrologisille tiedoille on yhä useampia ja yhä välittömämpiä käyttötarkoituksia. Nykyinen mittausverkosto voi olla tehoton tai se voi olla täysin riittämätön joihinkin uusiin tarpeisiin. Arviointiryhmä ei kyennyt arvioimaan seurantaohjelmaa suhteessa alueellisiin tai valtakunnallisiin tarpeisiin, mittaustulosten käyttökelpoisuuteen laitoksille tai yleisölle, tai syntyneisiin kustannuksiin ja hyötyihin. Ryhmä on kuitenkin vakuuttunut siitä, että tällainen arviointi olisi tehtävä. Ryhmä voi esittää joitakin seurantaan liittyviä kommentteja siltä osin kuin ne liittyvät hydrologiseen tutkimukseen ja tietoihin Suomen vesivaroista (kohta 3.5.1).

Vesiin liittyvien asioiden luonteen mukaista on - erityisesti Suomessa, jossa pintavesillä on tärkeä merkitys maan sosiaaliselle ja elinkeinoelämälle - että veteen kohdistuvissa toimenpiteissä ja päätöksissä on tärkeitä subjektiivisia ja emotionaalisia mutta myös objektiivisia ja rationaalisia elementtejä. Arvioinnin aikana ryhmä havaitsi esimerkiksi, että Helsingin lentokentän lahjatavaramyymälässä 31:ssä 45:stä kirjasta ja musiikkikasetista, jotka olivat esillä kuvaamassa Suomen luonnetta tai "sielua", oli kannessa metsäjärvi tai joki, vaikka useimmissa tapauksissa sisällöllä ei ollut mitään tekemistä veden kanssa. VYL:n velvollisuus on tutkimusohjelmiansa avulla ja hydrologian toimiston keräämien tietojen avulla tuottaa tietoa, joka auttaa parhaan vesiensuojelupolitiikan luomisessa sekä subjektiivisilla että objektiivisilla perusteilla arvioituna. Tieteellisessä arvioinnissa on vaikea kiinnittää sopivasti huomiota ympäristön ja luonnonvarojen psykologisiin näkökohtiin, mutta ryhmä myöntää niiden tärkeyden. Suomen vesivarojen subjektiivisesta tai esteettisestä merkityksestä selvä esimerkki on yleisön vankka tuki koskienkunnostusohjelmalle. Useita koskia perattiin vuosikymmeniä sitten uittoa varten, kun puutavaraa uitettiin jokia pitkin jalostuslaitoksille. Tällaista kunnostusta voidaan taloudellisesti perustella kalastussyillä sekä eroosion ja tulvien hallinnalla, mutta se innostus, jolla ryhmälle tästä ohjelmasta kerrottiin, osoittaa että tärkein syy kunnostuksen kannattamiseen on kansallinen ylpeys suomalaisesta maisemasta.



Jotta hydrologisille tiedoille annettaisiin oikea subjektiivinen arvo, ryhmä on sitä mieltä, että sen ehdottaman hydrologisen seurannan arvioinnin tulisi olla mahdollisimman objektiivinen; sen tulisi kuitenkin sisältää myös tietoa, joka riippuu subjektiivisista arvostuksista, kuten maiseman esteettisistä arvoista (esimerkiksi maiseman merkityksestä turismille ja virkistyskäytölle, maiseman yhteyksistä historiaan, maiseman kulttuuri- ja taidearvoista) sekä luonnonvaraisista kasveista ja eläimistä. Seurannan tulisi tuottaa tietoja, jotka ovat hyödyllisiä päätöksenteossa ja arvioinneissa sekä kvantitatiivisissa ja taloudellisissa analyysissä. Tällainen arviointi tulisi aloittaa tekemällä päätelmät tarpeista, jotka koskevat jokien, järvien ja pohjaveden nykyisiä ja tulevia käyttötarkoituksia ja arvoja, ja näistä päätelmistä tulisi johtaa kaikkien käyttäjien kuten elinkeinoelämän, hallinnon, tieteellisen yhteisön, paikallisten asukkaiden, taiteellisten ja urheiluyhteisöjen ja suuren asioista kiinnostuneen yleisön nykyiselle ja tulevaisuuden seurannalle asettamat päämäärät ja tietotarpeet. Olisi tehtävä selvitys, jossa olisivat mukana tieteellisistä ohjelmista vastaavat, säätieteilijät, veden laadun asiantuntijat, vesi- ja ympäristöpiirien edustajat ja tilastotieteilijät keskustelemassa siitä kuinka hyvin seurantaohjelmat toteuttavat eri päämääriä ja mitkä muutokset olisivat toivottuja, jotta seuranta saataisiin optimoitua annettujen resurssien rajoissa. Lisäksi olisi kuultava myös niiden käsityksiä, jotka tarkastelevat vesiasioita sosiaaliselta kannalta.

Tällainen arviointi toisi todennäköisesti esiin nykyisten seurantaresurssien käytössä olevaa tehottomuutta ja riittämättömyyttä ja osoittaisi sellaisia tiedon käyttömahdollisuuksia, joita ei ole toistaiseksi oivallettu. Tämä helpottaisi siirtymistä nykyaikaisiin seurantamenetelmiin, kuten automaattiseen tiedonsiirtoon, automaattisiin mittauslaitteisiin tai uusiin mittauksiin, esimerkiksi hivenaine- tai radioaktiivisuusmittauksiin. Ja mikä tärkeintä, tällainen syvälinen arviointi olisi askel eteenpäin kytkettäessä yhteen hydrologista, terrestristä, meri- ja sääseurantaa. Tuloksena olisi lopulta valtakunnallinen ympäristön seurannan havaintoverkko, jolla tuotettaisiin laajoissa tutkimusohjelmissa, esim. IGBP:ssä (International Geosphere-Biosphere Programme), tarvittavaa yhdenmuettyä tietoa.

VYL:n tutkimustoimintaa voitaisiin pitää ajan tasalla laatimalla suunnitelma, joka ulottuisi muutamia vuosia eteenpäin ja jota tarkistettaisiin vuosittain (ks. kohtaa 4.2). Tällainen suunnitelma loisi pohjan tieteellisten vaatimusten ja painotusten määrittelylle. Se vastaisi VYHA:ssa laadittavia viisivuotisia toiminta- ja taloussuunnitelmia, mutta olisi tutkimuksen osalta näitä täydellisempi. Suunnitelmassa olisi kytkettävä yhteen tutkimuksen tavoitteet, tutkimusohjelmien aikataulut, henkilöstön siirrot ja laiteinvestoinnit. VYL:n kaikkien yksiköiden olisi oltava laatimassa tätä suunnitelmaa, joka voi olla tärkeä

työväline laadittaessa vuosittaista budjettia ja toimintasuunnitelmia sekä kohdennettaessa voimavaroja muuttuneiden tarpeiden ja tutkimuspolitiikan muutosten mukaan (ks. kohtia 2.2 ja 4.2).

#### 2.5.5 Tutkimuksen seuranta

Arviointiryhmä pani merkille, että laitoksen työ katsottiin usein loppuun suoritetuksi, kun tutkimus oli tehty ja tulokset julkaistu, vaikka tutkimus olisikin aloitettu tuottamaan uutta tietoa jonkin käytännön ongelman ratkaisemiseksi. Ryhmän tiedustellessa tutkijoilta, mitkä olivat tutkimuksen seuraukset, he eivät monasti tiedäneet olivatko heidän kovalla työllä hankkimansa tulokset - kuten heidän päätelmänsä järven veden laadusta, uudesta matemaattisesta mallista tai yhtälöstä, joka kuvaa säätöprosessin reaktiota jonkin kemikaalin suhteen - tulleet todella hyödynnetyiksi käytännön työssä. Tästä oli kuitenkin poikkeuksia, joissa VYL:n tutkimustulokset käytettiin välittömästi hyväksi Suomen luonnonvarojen hyödyntämisessä sekä ympäristönsuojelussa. Tutkimukset turpeen noston vaikutuksista, Pohjanlahteen laskevien jokien virtaamista ja alumiinin eri fraktioiden määrittämistekniikan kehittämisestä ovat esimerkkejä, joissa VYL:n tutkimustulokset ovat johtamassa ympäristöä säästävään toimintaan. Tämä menestys ja toisaalta seurannan puute toisissa tapauksissa saa arviointiryhmän ehdottamaan, että koska VYL:lla ja VYHA:lla on laajempiakin velvollisuuksia kuin pelkkä tieteen tekeminen, olisi VYL:ssa hyödyllistä luoda menettelytapa, jolla tutkijoiden työn tuloksia seurattaisiin ja ne tuotaisiin tulosten tarvitsijoiden tietoon sopivan käytännönläheisessä muodossa.

VYL:ssa on tällä hetkellä esimerkkejä päinvastaisistakin tapauksista, joissa VYL itse on mukana omien tutkimustulostensa seurannassa ja tulosten soveltamisessa. Jotkut VYL:n tutkijat, jotka aikaisemmin tekivät tutkimustyötä hydrologisten ennusteiden parissa, ovat nyt joutuneet lähes täysin käytännön tehtäviin ajamaan omia mallejaan VYL:n budjettivaroin. Tämä tilanne voi olla tietyn aikaa hyödyllinen, koska se auttaa laitosta pysymään kosketuksissa käytännön palvelun kanssa, mutta pitkän päälle se hävittää pian koko laitoksen tutkimusorganisaationa. Tämän vaaran välttäminen edellyttää huolellista tutkimuksen johtamista ja selvää käsitystä siitä mitä VYL on (kohta 2.2). Se edellyttää yhteyksien ylläpitoa asiakaslaitosten kanssa ja kykyä toimittaa tulokset sellaisessa muodossa, että niitä voidaan käyttää, sekä lisäksi selvästi määriteltäviä sisäisiä rutiineja, joiden avulla tutkimustulokset voidaan siirtää tahoille, joilla on käytännön palvelua ja rahoitusta, jotta tutkimusvarat käytettäisiin siihen mihin ne on tarkoitettu.

Vaikka VYL:n tutkimusohjelman tavoitteet olisi, aina kun se on mahdollista, liitettävä taloudellisiin, sosiaalisiin ja poliittisiin päämääriin, käytäntö

osoittaa, että aina ei ole järkevää esittää etukäteen, miten tulevia tutkimustuloksia pitää soveltaa tai kuinka ne pitää ottaa käyttöön. Tällainen käytäntö saattaisi olla tutkimuksen esteenä ja johtaa huonoon tutkimukseen. Mutta selkeä menettelytapa uuden tieteellisen tiedon ja teknologian levittämiseksi voi olla positiivinen kannustin luovaan tutkimukseen.

### 3 VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON TUTKIMUSTOIMINTA

#### 3.1 JOHDANTO

Vesi- ja ympäristöhallinto (VYHA) koostuu vesi- ja ympäristöhallituksesta (VYH), joka on Helsingissä sijaitseva keskusvirasto, sekä 13 vesi- ja ympäristöpiiristä, jotka kattavat koko maan. VYH on jaettu neljään osastoon - vesistöosastoon, vesien- ja ympäristönsuojeluosastoon, vesien- ja ympäristöntutkimuslaitokseen (VYL) ja yleiseen osastoon, jonka toimialaan kuuluvat hallinnolliset, taloudelliset ja lainsäädännölliset kysymykset sekä tietohallinto (liite 5). VYL on ensisijaisesti vastuussa VYH:n tieteellisestä tutkimuksesta, joskin tutkimuksia tehdään myös toiminnallisilla osastoilla ja vesi- ja ympäristöpiireissä (VYP). Vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimustoiminnan arviointi on täten ollut etupäässä VYL:n ja VYP:ien tutkimusohjelmiin perehtymistä sekä sen arviointia, miten nämä ohjelmat liittyvät VYHA:n kokonaistehtäviin.

Kun ympäristöministeriö perustettiin 1983, vesi- ja ympäristöhallinnolle määrättiin joukko tehtäviä, joista arvioinnin kannalta oleellisimpia ovat seuraavat:

- edistää ja suorittaa vesien ja muun ympäristön tutkimusta sekä tehdä selvityksiä ympäristön tilasta ja seurata ympäristön tilan muutoksia sikäli kuin nämä tehtävät eivät kuulu muulle viranomaiselle
- ylläpitää ja kehittää vesiin ja ympäristönsuojeluun liittyviä tietojärjestelmiä
- suorittaa valtioneuvoston, ympäristöministeriön ja maa- ja metsätalousministeriön antamia erityistehtäviä.

Näistä lähtökohdista käsin VESTA-ryhmä määritteli arvioinnin tavoitteet (liite 3). Seuraavissa kappaleissa (3.2 - 3.5) arviointiryhmä esittää käsityksensä pyydetyistä erityiskysymyksistä. Niiden jälkeen (kohdat 3.6 ja 3.7) seuraa näkemyksiä tutkimukselle tärkeistä teknisistä järjestelyistä.

#### 3.2 TUTKIMUKSEN TEHOKKUUS

Kansainvälisen arvioinnin tavoitteiden määrittelyssään

(21.12.1987) VESTA-ryhmä pyysi arviointiryhmää

arvioimaan VYHA:n tutkimustoiminnan tehokkuutta siten, että saavutettujen tulosten laatua ja määrää verrataan käytettävissä oleviin voimavaroihin.

Arviointiryhmä totesi, että tällainen arviointi on väistämättä harkinnanvaraista eikä voi perustua suoriin mittauksiin tai vertailuihin. Jos verrataan tutkimustulosten laatua ja määrää suoraan käytettyihin voimavaroihin, jää ottamatta huomioon monia tekijöitä, jotka eivät ole arviointiryhmän tiedossa. Tämä koskee sekä kriteerejä, joilla tutkimuksen voimavarat on määriteltä ja kohdennettu VYL:ssä, VYP:eissä ja koko VYHA:ssa, että vielä suuremmalla syyllä kriteerejä ja tietoja, joilla tutkimuksen tuloksia ja tutkimuksen tehokkuutta voitaisiin mitata. Arviointiryhmä oli sitä mieltä, ettei olisi hyödyllistä pyrkiä tekemään kvantitatiivista kaiken kattavaa arviota VYHA:n tutkimustoiminnasta, koska ohjelmat, niiden tavoitteet ja kehitysvaiheet ovat hyvin erilaisia. Myös pitkä ja vaihteleva aika, joka kuluu tutkimuspanosten ja tutkimustulosten syntymisen sekä tulosten käytäntöön soveltamisen välillä, vaikeuttaa tällaista arviota. Tämän takia arviointiryhmä esitti VESTA-ryhmälle, ettei se yrittäisi tehdä kvantitatiivista vertailua tutkimuspanosten ja tutkimustulosten välillä koko VYHA:a koskien. VESTA-ryhmä hyväksyi esityksen.

VYL:n erityispiirteitä ja toimintoja (luku 2) sekä koko VYHA:n tutkimuksen eri osa-alueita koskevissa huomautuksissa (kohta 3.5) arviointiryhmä on tehnyt paljon havaintoja tutkimuksen tutkimusvarojen käytön ja tutkimuksen tukitoimintojen tehokkuudesta. Näitä huomioita ei toisteta tässä luvussa, koska ryhmä katsoo, että ne ovat käyttökelpoisia vain suoraan sen aiheen yhteydessä, jota ne koskevat. Niiden yhteenkoaminen VYHA:n tutkimuksen keskimääräisen tehokkuuden arvioimiseksi ei olisi mielekästä vaan jopa harhaanjohtavaa. Yleisesti ottaen arviointiryhmä on sitä mieltä, että VYL:n voimavarat käytetään hyvin ja että VYP:eillä on hyvät valmiudet tarvittavan tukevan tutkimuksen suorittamiseen. Arviointiryhmä tuli siihen tulokseen, että tutkimusohjelmien yleinen tieteellinen tuottavuus näyttää olevan erittäin hyvä VYHA:n koko tieteellisen ohjelman koon huomioon ottaen. Kuten useissa kohdissa tätä raporttia huomauteaan, eräillä yksittäisillä ohjelmilla ei ole riittävästi määrärahoja parhaan tehokkuuden saavuttamiseksi ja pienet lisäresurssit voisivat ryhmän mielestä lisätä huomattavasti niiden tieteellisten tulosten laatua ja määrää (ks. erityisesti kohtaa 2.4.1).

Arviointiryhmä ennustaa kuitenkin, että tulevaisuudessa tulee olemaan suuria vaikeuksia joko nykyisen tasoisen hyvän tieteellisen tuottavuuden tai tutkimuksen voimavarojen yleisen tehokkaan käytön ylläpitämisessä VYHA:n kaikilla tieteellisillä vastualueilla, jos rahoitus säilyy nykyisellä tasolla. "Tutkimuksen tehokkuutta" pitää tulevana vuosikymmeninä lisäänty-

vässä määrin arvioida ei vain uuden tieteellisen tiedon hankkimisella vaan myös sillä, kuinka tehokkaaksi avuksi tutkimustulokset ovat syntymässä olevien laajojen ympäristöongelmien ennakoinnissa, välttämässä tai korjaamisessa. Tällä hetkellä Suomessa kiinnitetään hyvin vähän tietoiista huomiota VYL:n ja VYHA:n nykyisten tutkimusvarojen tehokkuuden arvioimiseen tältä kannalta.

Vielä vaikeammaksi nykyisten ongelmien tutkimuksen ja tulevaisuuteen tähtäävän tutkimuksen tehokkuuden arvioimisen tekee se, että nykyisessä organisaatiorakenteessa tutkimustoimistojen on myös hoidettava "palvelutehtävää" eli hydrologista ja vesien tilan seurantaa sekä vähitellen laajenevaa muuta ympäristön seurantaa. Hydrologisen ja vesien tilan havainnoinnin (kohta 3.5.1) suunnittelun ja tehokkuuden uudelleen tarkastelusta voisi olla hyötynä mm. se, että tällöin voitaisiin yksilöidä tutkimusohjelmien tietotarpeet samoin kuin ne toiminnalliset tarpeet, joita yhteiskunnalla on tieteellistä informaatiota ajatellen.

Vesi- ja ympäristöpiireissä tehtävä tutkimus näyttää arviointiryhmän käytettävissä olleiden tietojen perusteella riittävän tehokkaalta mutta melko hajanaiselta. On ilmeistä, että ainakin jotkin piirit kykenisivät erinomaiseen tutkimustyöhön, jos niillä olisi käytettävissä riittävästi ulkopuolisia varoja. Tällaisen tutkimusvalmiuden ylläpito tai rakentaminen tulevaisuudessa VYL:n myötävaikutuksella on ryhmän mielestä tärkeää VYHA:n tutkimuksen tehokkuuden kannalta. Muissa piireissä oli havaittavissa kaiken tieteellisen asiantuntemuksen ja varustuksen rajoittuminen rutiinitehtäviin, ja on kyseenalaista voidaanko puhua ollenkaan "tutkimusyksiköistä". Nämä piirit kääntyvät erityisasiantuntemusta tarvitessaan VYL:n tai sellaisten piirien puoleen, joissa tutkitaan kyseisiä asioita. Tämä ei välttämättä ole huono tilanne, vaan päinvastoin menettely voi lujittaa VYHA:a. Arviointiryhmä ymmärsi, ettei hallintotehtävien ja -vastuun hajauttaminen Suomessa välttämättä tarkoita sitä, että jokaisella piirillä ja läänillä pitäisi olla samanlainen tai täysin itsenäinen tieteellinen valmius. Johtopäätöksensä arviointiryhmä toteaa, että VYHA:ssa tehtävän tutkimuksen jatkuvan tehokkuuden mittana voidaan pitää sitä, kuinka johdonmukaisesti VYHA pystyy käyttämään tieteellisiä voimavarojaan maan eri osissa esiintyvien nykyisten ongelmien tutkimiseen sekä samalla ylläpitämään ja edistämään valmiuksiaan tulevien ympäristöongelmien tunnistamiseksi ja käsittelemiseksi.

### 3.3 TULOSTEN SOVELLETTAVUUS

Toinen tavoite koko VYHA:n tutkimuksen evaluoinnissa oli

arvioida tutkimustulosten käyttökelpoisuutta ja sovellettavuutta VYHA:n tietotarpeiden kannalta.

Arviointiryhmä ei saanut täysin kattavaa selontekoa VYHA:n tietotarpeista. Itse asiassa useat varttuneet asiantuntijat kertoivat, ettei sellaista tietoa ole saatavillakaan. Tilanne on tässä suhteessa samanlainen kuin useimmissa muissa maissa. Johtotehtävissä olevien henkilöiden haastattelun sekä VYHA:n lakisääteisten tehtävien (dokumentti 1/87 liitteessä 4) perusteella arviointiryhmä on kuitenkin päättänyt siihen käsitykseen, että VYL:n ja VYP:ien tutkimus on hyvin kohdennettu VYHA:n (ilmeisten) tietotarpeiden näkökulmasta. Tarkastelussa arviointiryhmää auttoi myös se, mitä ryhmä sai tietää VYHA:n eri tutkimusten merkityksestä ympäristöministeriön tavoitteenasettelussa ja saavutuksissa, joita ympäristöministeri kuvaili tärkeässä puheessaan eduskunnalle 31.5.1988.

Kaikki VYHA:ssa tutkittavat aiheet ovat tarkoituksenmukaisia sen tehtävien kannalta. Arviointiryhmä ei törmännyt merkityksettömiin tutkimukseen tai tutkimuksiin, jotka olisivat menettäneet ajankohtaisuutensa. Tutustuminen hydrologiaan liittyvien tutkimusaiheiden kehittymiseen niiden tieteellisten julkaisujen avulla, joita VYL:n tutkimuksista on julkaistu viime vuosikymmenen aikana tai aikaisemmin, osoittaa ihailtavaa (ja eräisiin muihin maihin verrattuna virkistävää) kykyä pitää tutkimus suunnattuna tärkeisiin ajankohtaisiin ja tuleviin kysymyksiin sekä kykyä muuttaa tutkimuksen suuntaa, kun kansalliset tai tieteelliset painotukset muuttuvat. VYHA:n muilta tutkimusaloilta on toistaiseksi liian vähän tuloksia vastaavanlaisten vertailujen tekemiseksi. Ryhmä toivoo vilpittömästi, että hydrologiselle ohjelmalle ominainen joustavuus ja kyky tieteellisen tutkimuksen mukauttamiseksi tietotarpeisiin voitaisiin ylläpitää koko ympäristöntutkimuksessa, joka nyt on VYHA:n vastuualueena.

Arviointiryhmän harkittu mielipide on, että VYHA:n johdon tulisi keskittyä yksilöimään selvemmin niin VYHA:n kuin ympäristöministeriönkin tieteellisen tiedon tarpeet (kohta 4.1). Tämä tieto on VYL:lle suureksi avuksi suunniteltaessa sen tutkimusohjelmia sekä tehtäessä VYHA:lle ja ministeriölle esityksiä tulevana vuosina tarvittavasta rahoituksesta ja varustuksesta. Seuraavat kysymykset tullevat aiheuttamaan eniten päänvaivaa: 1) miten jakaa voimavarat käyttörahoituksen, laiterahoituksen sekä VYL:n tieteellisen profiilin uudelleenjärjestelyn tai kohottamisen edellyttämän kohdentamisen välillä tieteellisen informaation tuottamiseksi tasapainoisesti ympäristöön liittyvillä eri alueilla, kun tiedetään, että tutkimukseen tehdystä investoinnista saadaan hyötyä tutkimustulosten antamana merkittävänä tieteellisenä informaatina vasta noin kymmenen vuotta myöhemmin; 2) selvästi määriteltujen lyhyen ja pitkän tähtäyksen tavoitteiden ja vaatimusten puuttuminen, jotta voitaisiin arvioida tulisiko hydrologista ja muuta ympäristön seurantaa muuttaa tai kehittää; 3) epävarmuus pitkän aikavälin ohjelmien jatkuvuudesta tai voimavaroista erityisesti, kun kysymyksessä ovat koko valtakuntaa koskevat tai kansainväliset asiat, jotka

ulottuvat ympäristöministeriön välittömän toimialan ulkopuolelle (esim. ilmaston muutokset, maatalouden ympäristökysymykset, teollisuuden ympäristövaikutukset jne.); 4) sellaisen järjestelmällisen menettelyn puuttuminen, jolla vesi- ja ympäristöpiirit voivat hankkia tietoa lääninhallitusten ja kuntien tietotarpeista ja välittää ne vaatimuksina VYL:n ja VYP:ien tutkimukselle; 5) sellaisen järjestelmällisen menettelyn puuttuminen, jolla voidaan varmistaa tieteellisten tulosten siirtyminen valtionhallinnon ja lääninhallinnon käyttöön.

### 3.4 TUTKIMUKSEN TARKOITUKSEN MUKAISUUS SUOMEN YMPÄRISTÖ- ONGELMIEN KANNALTA

VESTA-ryhmä pyysi arviointiryhmää

**arviomaan tutkimusohjelmien tarkoituksenmukaisuutta Suomen ympäristöongelmien kannalta.**

Ryhmän saama taustamateriaali (liite 4), ympäristöministerin eduskunnalle 31.5.1988 antama selonteko, viimeaikaiset julkaisut, kuten OECD:n raportti "Environmental Policies in Finland 1988" ja Suomen tiede- ja teknologianeuvoston tuottama "Science and Technology Policy Review 1987" sekä keskustelut VESTA-ryhmän yksittäisten jäsenten ja muiden henkilöiden kanssa, mm. eräiden arviointiryhmän jäsenten kanssa, joilla on yhteyksiä Pohjoismaiden neuvostoon sekä Suomen MAB-toimikuntaan, muodostivat pohjan ryhmän käsityksille ja vaikutelmille Suomen todellisista, havaituista ympäristöongelmista sekä niiden painottumisesta. Ryhmän kommentit VYL:sta (luku 2) sekä tutkimustoiminnan pääaloista (kohta 3.5) koskevat samalla tutkimuksen suhdetta nykyisiin ja tuleviin ympäristökysymyksiin Suomessa. Luvussa 4 tarkastellaan Suomen ympäristöntutkimusta tulevaisuuden kannalta sekä laajemmissa yhteyksissä. Kuten useissa kohdin on todettu, VYL:n ja VYP:ien nykyinen tutkimus on tarkoituksenmukaista niiden ympäristöongelmien kannalta, joita Suomessa tänä päivänä esiintyy. Ryhmä on kuitenkin huolissaan siitä, että erityisesti sillä laajemmalla ympäristöntutkimussaralla, jonka VYHA nyt on saanut hoidettavakseen, voi olla tärkeitä ympäristöongelmia, joita tutkimusohjelma ei vielä ota huomioon ja että tulevien ongelmien tutkimukseen kiinnitetään kovin vähän huomiota. Arviointiryhmä ei kuitenkaan lyhyen tutkimuksensa perusteella kuvittele pystyvänsä luettelemaan niitä tärkeimpiä alueita, joilla uusi ja erilainen tutkimus olisi tarpeen, vaikka eräitä ehdotuksia onkin tehty raportin eri kohdissa. Tärkeämpi huolenaihe ryhmän mielestä on se, ettei VYHA:lla ilmeisesti ole järjestelmällistä menettelyä, jolla sen tutkimusohjelmia tarkasteltaisiin muuttuvien ympäristökysymysten valossa, eikä myöskään mekanismeja tutkimusohjelmien muokkaamiseen sen mukaisesti.

On selvää, että suurimmassa osassa VYL:n ja VYP:ien tutkimuksia on tavoitteena selvä yksilöity sovellus

johonkin Suomen ympäristöongelmaan. Erityisen positiivisena VYHA:n tutkimuksissa koettiin arviointiryhmän kannalta se, kuinka erinomaisesti tutkimusjohto oli kyennyt yhdistämään puhtaan tieteellisen tutkimuksen käytännön tarpeisiin, niin että tuloksilla oli aina sovellusarvo. Yksi tämän onnistumisen mitta oli myös se, miten avoimesti tutkimusjohto ja tutkijat pystyivät keskustelemaan tutkimuksesta ja viittamaan käytännön tarpeisiin, jotka oikeuttavat julkisten varojen käytön heidän tutkimuksiinsa. Arviointiryhmä ei juuri ollenkaan kohdannut sitä puolustusasemissa oloa tai jännitettä "puhtaan" ja "soveltavan" tutkimuksen välillä, joka usein on tyypillistä tieteellisten toimintojen arvioinnin yhteydessä.

Toisaalta, vaikka tutkimuksen oikeutus oli pitkälle tiedostettu ja oltiin tietoisia mahdollisista käytännön sovelluksista, arviointiryhmä havaitsi useissa yhteyksissä häiritsevää epätietoisuutta siitä, mitä tapahtuu sen jälkeen kun tutkimus on tehty tai kuka ja miten soveltaa tutkimustuloksia käytäntöön (kohta 2.5.5). Tämä on huolestuttava tilanne, sillä se vaikuttaa suoraan tutkimuksen "tehokkuuteen" (kohta 3.2) ja näin ollen myös VYL:n ja VYHA:n tehokkuuteen. Ryhmä katsoo, että tämä ei ole niinkään VYL:n ja sen tutkijoiden ongelma kuin VYHA:n johdon ongelma. VYHA:lla on velvollisuus ja mahdollisuus toiminnallisten yksikköjensä välityksellä kehittää yhteydenpitoa niin, että tutkimusohjelmista syntyvät tieteelliset tulokset ja uusi tieto ovat käyttökelpoisessa muodossa, ja että niitä käytetään tehokkaasti hyväksi.

Tutkimustulosten soveltamisen ei havaittu olevan suuri ongelma VYP:eissä tehtävälle tutkimukselle. Tutkimukset, joihin arviointiryhmä perehtyi, olivat suorassa yhteydessä todettuun tarpeeseen tai ongelmaan ja tulokset otettiin käyttöön niin pian kuin käyttökelpoisia tietoja oli olemassa. Käytäntöön soveltamisongelmat, mikäli niitä on, näyttävät olevan toisaalla, nimittäin siinä, miten VYP:ien tutkimuksen tulokset yhdistetään tehokkaasti VYL:n tutkimusohjelmaan. Ryhmä ei löytänyt mitään suoranaista esimerkkiä VYP:ien ja VYL:n tutkimuksen päällekkäisyydestä, mutta oli havaittavissa, että joillakin VYL:n tutkimuksen vetäjistä oli puutteelliset tiedot VYP:eissä tehtävästä työstä. Pitäen mielessä sen, että VYP:eissä tehtävä tutkimus suuntautuu suoraan paikallisiin toiminnallisiin tarpeisiin kun taas VYL:ssa keskitytään enemmän perustutkimukseen ja valtakunnallisiin ongelmiin, näyttää kuitenkin olevan hyödyllistä kiinnittää vakavaa ja jatkuvaa huomiota siihen, että VYP:ien tutkimuksissa saavutettava uusi tieto on saatavissa ja käytettävissä vastaaventyyppisissä VYL:n tutkimuksissa. Tämä voi auttaa VYL:a suunnittelemaan ja yhteistyössä hoitamaan omaa tutkimustaan samoin kuin parantamaan ja laajentamaan tutkimustuloksista tiedottamista.

Koska ilmeisesti millään laitoksella ei koskaan ole riittävästi voimavaroja tehdä kaikkea sitä tutkimusta, joka sen toimialaan kuuluisi, on tarpeellista, että



julkisesti vastuussa oleva laitos pystyy perustelemaan, miksi se ei tee jotain tutkimusta vastaavasti kuin sen on perusteltava miksi se on sisällyttänyt ohjelmaansa kulloisetkin tutkimushankkeet. Arviointiryhmän mielestä VYL:n tulisi kiinnittää huomiota seuraaviin seikkoihin, jotta sen tutkimuksen tarkoituksenmukaisuus Suomen ympäristöongelmien kannalta voidaan varmistaa: 1) tulisi selvästi määritellä tutkimuksen tavoitteet suhteessa Suomen ympäristöongelmiin; 2) tulisi selvästi määritellä menettelytavat, joilla tutkimuksen voimavarat kohdennetaan eri tutkimusalueille ja kilpaileviin tutkimushankkeisiin; 3) tulisi kehittää ja parantaa säännöllistä tiedottamista, joka kertoo tehdystä tutkimuksesta ja sen painotuksista sekä tulosten merkityksestä Suomen ympäristökysymysten kannalta (kohta 4.7).

VYP:ien tutkimukset ovat ryhmän käsityksen mukaan kaikissa tapauksissa riittävän lähellä kyseisen alueen ongelmia, joten piirien tekemät tutkimukset ovat epäilemättä tarkoituksenmukaisia todettujen ympäristöongelmien kannalta. Havaittiin kuitenkin myös merkkejä eräistä ilmeisistä tai potentiaalisista ongelmista: 1) vesihuollon ja jätehuollon tutkimuksessa saattaa olla tarpeen vahvistaa valtakunnallista koordinaointia, niin että tutkimus tehdään yhtenäisen ohjelman mukaan kuitenkin paikallisiin oloihin soveltaen (yhteistyö kuntien kanssa); 2) rannikkopiirien tulisi kiinnittää huomiota yhteistyöhön merentutkimusohjelmien kanssa, jotta saataisiin tehokas kokonaisuohjelma maa-alueilla tapahtuvien toimintojen rannikkovesille ja meriympäristölle aiheuttamien vaikutusten tutkimukselle; 3) VYP:ien, lääninhallitusten, kuntien ja paikallisten yliopistojen tulisi yhteistyössä kehittää alueellisia tutkimusohjelmia sitä mukaa kuin hallinnon hajauttaminen etenee. Tässä asiassa VYHA:n on ehkä toimittava läheisessä yhteistyössä muiden valtakunnallisten tieteellisten "keskuselinten", kuten Valtion tiede- ja teknologianeuvoston sekä Suomen Akatemian jne. kanssa.

### 3.5 TUTKIMUSOHJELMIEN JA -HANKKEIDEN TIETEELLINEN TASO

Seuraavat huomiot perustuvat etupäässä arviointiryhmän perehtymiseen VYL:een ja sen tutkimuksista tehtyihin julkaisuihin. Niissä otetaan kuitenkin huomioon myös näkökohtia, jotka tulivat esille tutustumisessa VYP:eihin ja VYHA:n muihin yksiköihin. Tarkoitus on, että nämä huomiot sovellettaisiin koskemaan koko VYHA:n tutkimusta.

Seuraavassa ei käsitellä VYHA:n kaikkia tutkimustoimintoja. Vaikka tästä tarkastelusta puuttuisikin viittaus johonkin tiettyyn erityisaiheeseen, se ei tarkoita, että aihe on ryhmän mielestä vähemmän tärkeä eikä toisaalta sitäkään, etteikö kyseisen alan tutkimuksessa olisi ongelmia. Seuraavassa on huomioita VYHA:n tutkimusohjelman valikoiduilta aloilta, jotka ryhmän mielestä vaativat huomiota tai valaisevat tutkimuksen laatuun liittyviä yleisiä kysymyksiä ja joihin ryhmän oli mahdollista perehtyä syvällisemmin

kuin muihin.

### 3.5.1 Seurantatoiminta

#### 3.5.1.1 Yleisiä huomioita

Arviointiryhmä havaitsi, että käsitettä "hydrologinen havainnointi" käytettiin jonkin verran epäjohdonmukaisesti VYHA:ssa. Hydrologian toimistossa "hydrologinen havainnointi" rajattiin yleensä koskemaan vedenkorkeuden, virtaaman ja pohjaveden korkeuden toistuvia mittauksia eikä siihen sisällytetty veden laatuun, kemiaan ja biologiaan liittyviä mittauksia. Muut hallinnon yleiseen ohjelmointiin ja suunnitteluun osallistuvat tahot sisällyttivät "hydrologiseen havainnointiin" kaiken jaksottaisen standardisoidun tiedonhankinnan hydrologisesta kierrosta Suomessa mukaan lukien tavittaessa myös fysikaalisen, kemiallisen ja biologisen tiedon. Arviointiryhmän tehtävä ei ollut ratkaista, kuinka terminologiaa tulisi Suomessa käyttää; samanlaista epäjohdonmukaisuutta on havaittavissa muidenkin maiden hydrologien keskuudessa. Selvyyden vuoksi on tässä raportissa pyritty käyttämään termiä "hydrologinen seuranta" pääasiassa siinä merkityksessä kuin sitä Suomessa perinteisesti käytetään eli lukien mukaan vain fysikaaliset mittaukset. Vastaavasti on käytetty nimitystä "veden laadun seuranta" (joka ei ole yhtään vähemmän hydrologinen), kun on kyse kemiallisista ja biologisista mittauksista. Kuitenkin eräissä kohdissa, joissa merkitys on toivottavasti selvä, on käytetty hydrologista seurantaa laajemmassa ja oikeammassa merkityksessä eli käsittämään aikasarjamittaukset, jotka liittyvät mihin tahansa tai kaikkiin hydrologisen kierron ilmiöihin.

Kuten VYL:n ohjelmaa koskevista arviointiryhmän kommentteista havaittiin, kysymys hydrologisen seurannan ja veden laadun seurannan asemasta ja niiden suhteesta tutkimustoimintaan on tullut keskeiseksi, kun keskustellaan VYHA:n kyvystä hoitaa lakisääteisiä ja tieteellisiä velvollisuuksiaan. Vaikka hydrologinen seuranta itsessään ei ole tutkimusta, seurantaohjelmien tehokkuus ja niiden toiminta ovat avainasemassa, kun ajatellaan voimavarojen kohdentamista ja tulevien ohjelmien suunnittelua sekä VYL:ssä että VYP:eissä.

VYHA:n nykyinen seuranta rajoittuu hydrologisiin ilmiöihin ja sisältää myös sateen ja lumen havainnoinnin. Toistaiseksi ei ole olemassa ohjelmia muun kuin vesiympäristön havainnoimiseksi, ei esimerkiksi maaperän kemian, maaeliöstön tai kallioiden rapautumisen havainnoimiseksi. Nykyisillä toiminnoilla on läheisiä yhteyksiä ympäristöntutkimukseen useilla alueilla. Tarvitaan ehkä perusteellista tutkimusta seurantaohjelman suunnittelemiseksi ja parantamiseksi; hyvät havaintotiedot ovat menestyksekkäälle tutkimusohjelmalle elintärkeitä, ja hyviä havaintoja saadaan vain hyvän seurantaohjelman avulla. Kuitenkaan

seurantaa ja tutkimusta ei voida tehokkaasti arvioida samoin perustein. Jotta voitaisiin todella arvioida VYHA:n ylläpitämää kansallista vesivarojen seuranta-järjestelmää, olisi oltava käytössä hyvin yksityiskohtaista tietoa havaintojen käyttäjien tarpeista, eri osaohjelmien sisällöstä ja tuloksista, samoin kuin - ja ennen kaikkea - tilastotieteen ja veden laadun asiantuntijoita huomattavan pitkäksi ajaksi, jotta voitaisiin selvittää kuinka hyvin seurantajärjestelmä täyttää erilaiset tehtävänsä ja ennustaa minkälaisia vaikutuksia erilaisilla ohjelman muutoksilla olisi kerättävään tietoon. Lisäksi tarvittaisiin monipuolista tietoa nykyisen järjestelmän suorista ja epäsuorista kustannuksista, havaintojen käytöstä seuraavista taloudellisista ja muista hyödyistä sekä arvioita erilaisten muutosten aiheuttamista kustannuksista ja hyödyistä. Vaadittaisiin myös melkoisia voimavaroja taloudellisiin erikoisanalyysiin, jotta voitaisiin tehdä johtopäätöksiä nykyisen järjestelmän kustannus-hyötysuhteesta ja erilaisten muutosten seurauksista.

Vaikka tällainen selvitys oli selvästi tämän evaluoinnin mahdollisuuksien ulkopuolella, arviointiryhmä esittää kuitenkin joitakin toivon mukaan käyttökelpoisia yleisiä havaintoja nykyisestä seurantatoiminnasta sekä ehdotuksia keinoista, joilla voidaan varmistaa, että seuranta on sekä tehokasta että tarkoituksenmukaista tulevinä vuosina.

Ensiksikin Suomen nykyinen laaja vesien seurannan ohjelma ei voi olla tekemättä vaikutusta tarkasteliijaan pitkän toimintahistoriansa takia ja sen ilmeisen ahkeruuden ja huolellisuuden takia, jolla niin monet tutkijat ja muu henkilökunta seurantaa hoitavat. On myös selvää, että ohjelmista saatuja tuloksia ei ole käytetty vain vesien käytön edistämiseen vaan myös useiden muiden kysymysten, kuten pintavesien happamoitumisen, rehevöitymisen ja teollisuudesta aiheutuvien veden laadun muutosten selvittämiseen. Havaintotuloksia on myös käytetty VYL:n tutkimusprojekteissa, ja niiden pohjalta on kirjoitettu lukuisia tieteellisiä julkaisuja. Myöskään ei tule aliarvioida sitä merkitystä, joka vesivaroja koskevilla tiedoilla on koulutukselle ja kansallisille arvoille, ovathan vedet suomalaisen kansallisyylpeyden aihe (kohta 2.5.4.).

### 3.5.1.2 Vertailu muihin maihin

Arviointiryhmä pyrki suhteuttamaan VYHA:n hydrologisen seurantaohjelman vertaamalla sitä vastaaviin toimintoihin muissa pohjoismaissa. Johtopäätökset ovat puhtaasti subjektiivisia, mutta ryhmästä näyttää siltä, että VYL:n hydrologian toimiston hoitama hydrologinen seuranta on pohjoismaisessa mittakavassa hyvin täydellistä. Virtaaman ja vedenkorkeuden havaintopaikkojen määrä on suurempi kuin Ruotsissa (joka on alueeltaan laajempi), mutta pienempi kuin Norjassa. Suomen ohjelma sisältää myös lumipeitteen mittauksia (enemmän havaintopaikkoja ja systemaatti-

sia havaintoja kuin Norjassa ja Ruotsissa), järvien nettosäteilyn ja haihdunnan mittauksia (Ruotsissa ei ole systemaattista havaintoverkostoa), maankosteusmittauksia (Norja on parhaillaan aloittamassa systemaattista havainnointia) ja roudan syvyyden mittauksia (satunnaista Ruotsissa ja Norjassa). Pohjavesiasemien tiheys on samaa luokkaa kuin muissa pohjoismaissa. Pienten valuma-alueiden hyvillä mittalaitteilla varustettu verkosto on ainutlaatuinen kaikkia pohjoisia maita ajatellen ja erittäin tärkeä. Pienten alueiden virtaamahavaintojen analysointi on hyvin vaikeaa, ellei vesitaseen muita komponentteja rekisteröidä samanaikaisesti. Suomen johtoasema tällä alueella on tieteellisessä mielessä kansainvälisestikin tärkeä ja siitä on Suomelle myös käytännön hyötyä.

### 3.5.1.3 Seurannan suunnittelu

Kun hydrologinen havaintoverkko on kasvanut niin Suomessa kuin muuallakin, tarkoitukset joita ne palvelevat ovat tulleet moninaisemmiksi, ja on yhä vaikeampi sovittaa havaintotarkkuuksia, mittauspaikkojen sijaintia, havaintojen taajuutta tai mitattavia suureita erityistarpeiden ja -käyttäjien mukaan.

Nykyinen hydrologinen seurantaverkosto on hyvin monitahoisen kehityksen tulos, jossa yli 80 vuoden aikana on pyritty vastaamaan tarpeisiin käytettävissä olevien voimavarojen ja kehittyvän tekniikan avulla. Tämän takia havaintoverkosto on ilmeisesti puhtaasti taloudelliselta kannalta niin lähellä optimaalista kuin ylipäättään on mahdollista. Tärkeä kysymys on toiminnan kehittäminen tulevaisuutta ajatellen. Seurantaohjelman tavoitteet on määriteltävä hyvin yleisesti. Laajuus ja yleisyys tulisi säilyttää, sillä kaikkia havaintoihin tulevaisuudessa kohdistuvia tarpeita ei voida ennustaa. Yleisiä tavoitteita tulisi kuitenkin täydentää yksityiskohtaisemmilla tavoitteilla, jotta voitaisiin riittävästi suunnitella tulevaisuutta ja arvioida nykyisen järjestelmän tehokkuutta ja käyttökelpoisuutta.

Varsinaisen hydrologisen seurantajärjestelmän suunnittelussa on aina otettava huomioon tarve säilyttää jatkuvuus ja vertailukelpoisuus vanhojen havaintojen suhteen ja toisaalta tarve saada uusia havaintoja paremmilta paikoilta kehittyneemmällä, tehokkaammalla tai halvemmalla laitteilla. Arviointiryhmä tietysti havaitsi ja piti arvossa halukkuutta ylläpitää havaintojen jatkuvuus ja vertailukelpoisuus säilyttämällä havaintopaikat ja -ajat sekä pyrkimystä välttää toimintatapojen muuttamista eräisiin pitkiin havaintosarjoihin nähden. Vaikka tällainen varovaisuus onkin ymmärrettävissä, varsinkin jos on riski toimintatapojen muuttamiseen riittämättömin ja huonosti selitettävien perusteiden, havainto-ohjelmat ja -tekniikat eivät saisi olla muuttumattomia vaan kehittyviä - kehityksen ponttimina voivat olla muuttuvat tai aivan uudet tavoitteet, kerätyn aineiston arviointiin perustuvat parannukset tai seurantatekniikan kehitty-

minen.

Seurantatietojen kerääminen tulee nähdä osana laajempaa tiedonhankinta- ja informaatiojärjestelmää. Tämän järjestelmän muita komponentteja ovat veden ja lumen laadun seuranta, tietojen käsittely, interpolointia ja ekstrapolointia (mallit) sekä tietojen siirtoa ja esittämistä varten luodut järjestelmät. Havaintoverkostoa ei siksi tulisikaan arvioida erillisenä vaan osana integroitua tietojärjestelmää.

Tarkkuus, jolla nykyisen havaintoverkoston avulla on mahdollista interpoloida hydrologista muuttujaa alueelle, jolta ei ole havaintoja, on VYL:n oman arvion mukaan 15 - 45 % (suhteellinen virhe). Tämä on sama arvio kuin muissa pohjoismaissa. Tieteellisestä näkökulmasta tarkkuus ei ole tyydyttävä mutta käytännön kannalta hyväksyttävä. Jotta tarkkuutta voitaisiin oleellisesti nostaa, havaintoasemien lukumäärä pitäisi noin kaksinkertaistaa ja se on taloudellisesti mahdollista. Sen sijaan hydrologisten laskelmien tarkkuutta voidaan mahdollisesti parantaa integroimalla hydrologinen havainnointi ilmastolliseen, geokemialliseen ja biologiseen informaatioon sekä soveltamalla uusia matemaattisia malleja, joilla voidaan simuloida paikallisesti ja alueellisesti hydrologisen järjestelmän ominaispiirteitä. Viimeksi kuvatut keinot vaativat luonnollisesti pienempiä investointeja kuin havaintoasemien huomattava lisääminen. Yleinen kokemus kuitenkin on, että mallien optimaalinen käyttö hydrologisten muuttujien ekstrapoloimiseksi edellyttää muutoksia havaintopaikoissa ja havaintotaajuuksissa, mikä voi vähentää havaintoverkoston käyttökelpoisuutta muiden käyttäjien kannalta.

Mahdollista havaintoverkoston uudistamista ja hydrologisia malleja tulee tarkastella pitkällä tähtäyksellä. Malli ei voi korvata havaintoja, sen tulisi paremminkin täydentää niitä. Pitkän aikavälin tavoitteena mallikehittämisessä voi olla sellaisten jatkuvien kenttämittausten vähentäminen, joita tarvitaan tietyn yksittäisen tiedon tai tarkkuuden hankkimiseen alueellisesti tai valuma-aluekohtaisesti. Nykyään tosin mallit pikemminkin tuovat esille heikot kohdat ja osoittavat näin, missä on tarvetta täydentäviin havaintoihin, eivätkä niinkään johda kenttähavaintojen tarpeen vähenemiseen.

Hydrologisten havaintojen kerääminen on ollut hyvin perinteellistä kaikkialla maailmassa, myös Suomessa. Matemaattisten mallien viimeaikainen kehitys ja hydrologisiin sovelluksiin käytettävissä olevat täydentävät aineistot, samoin kuin hydrologisten muuttujien mittaustekniikan kumouksellinen muuttuminen antavat aiheen joustavampaan asennoitumiseen. Perinteisesti on kerätty hyvin pitkiä aikasarjoja yhdeltä paikalta, ja alueellisesta vaihtelusta on ollut vain vähän tietoa. Tämä tullee muuttumaan. Tarvitaan paljon enemmän tietoa vesien laadusta sekä sen suhteesta varastoitumiseen, virtaamiin ja vesien tuotantokykyyn, jotta voitaisiin ymmärtää ja ennustaa vesistöjen

reagointia ilmaston muutokseen tai ihmistoiminnan aiheuttamiin muutoksiin sekä vesistöjen biologisia ominaisuuksia. Myös nämä seikat edellyttävät uudelleen ajattelua hydrologisen seurannan suunnittelussa ja toteuttamisessa.

Seurantajärjestelmien suunnittelussa ja kytkennöissä tulee kiinnittää huolellista huomiota siihen, että havaintoverkon mittakaava sovitetaan monitoroitavana olevan luonnonjärjestelmän laajuuteen ja siihen että eri mittakaavan omaavat verkot ovat yhteensopivia. Tarkkaa tieteellistä havainnointia Suomessa, kuten useissa muissakin maissa, hallitsee keskittyminen pieniin havaintoalueisiin, joiden ominaisuudet voidaan mitata riittävällä tarkkuudella tilastollisesti edustavien tulosten saamiseksi. Pienten havaintoalueiden ominaisuudet ja käyttäytyminen eivät kuitenkaan välttämättä ole edustavia ajatellen kokonaisia valuma-alueita ja niiden reagointia erilaisiin häiriöihin, kuten ilmaston muutokseen tai maan käytön muutokseen. Näyttääkin olevan tarvetta valuma-aluekohtaiseen lähestymiseen pienillä valuma-alueilla tehtävän ihailtavan työn lisäksi. Tällöin tulisi kiinnittää huomiota sekä näytteenoton ja analytiikan yhtenäisyyteen ja vertailtavuuteen että myös tulosten arvioimiseen ja soveltamiseen VYHA:n laajenevalla tehtäväalueella.

Arviointiryhmä pani mielihyvällä merkille toimenpiteet, joihin on ryhdytty automaattisessa veden laadun havainnoinnissa sekä tiedon siirtämisessä telemetri-  
sesti kaukana sijaitsevilta mittapaikoilta (kohta 3.5.1.2). Ryhmä sai myös kuulla aikeista täydentää havainnointitoimintaa eri ympäristökysymyksiin liittyvillä intensiivitutkimuksilla. Ryhmä uskoo, että tällaiset projektiluonteiset intensiiviohjelmat voivat usein antaa, hyvinkin kohtuullisilla kustannuksilla, arvokasta informaatiota, jota ei saataisi normaalilla seurannalla. Näiden tekniikoiden käyttöönotto tulee epäilemättä tuomaan esille vielä uusia tekijöitä, jotka on otettava huomioon mahdollisimman hyödyllisiä ja tehokkaita seurantajärjestelmiä suunniteltaessa.

#### 3.5.1.4 Veden laadun seurannan erityiskysymyksiä

Suomessa, kuten useimmissa muissa maissa, hydrologiset seurantajärjestelmät perustettiin alunperin veden korkeuksien ja virtaamien mittaamista varten. Myöhemmin veden laatuun liittyneet kysymykset ovat edellyttäneet alueellista tietoa ja ajoittaista seurantaa, ja havaintoverkot tämän tiedon hankintaa varten sovitettiin osin olemassa olevaan hydrologiseen havaintoverkkoon ja kehitettiin osin itsenäisesti. Useissa tapauksissa veden laadun seurantaa varten tarkoituksenmukaisimmat havaintopaikat ja -tiheydet eivät olisi olleet samoja kuin hydrologisessa seurannassa. Koska ympäristökysymykset ovat tulleet yhä monimuotoisemmiksi keskinäisiltä kytkennöiltään, ja toisaalta koska hydrologinen järjestelmä on liittynyt suoremmin meteorologiaa, maan käyttöä ja ihmistoi-

mintoja kuvaaviin tietoihin, on kansallisen hydrologi-  
sen tiedonkeruun oheen ollut välttämätöntä sisällyttää  
yhteensopivia mittauksia sekä veden laadusta että  
määrästä. Arviointiryhmä syventyi kiinnostuksella  
tämän alan työhön sekä hydrologisessa toimistossa  
että vesi- ja ympäristöntutkimustoimistossa. Vaikka,  
kuten muissakin maissa, toimiva ja tehokkaasti integ-  
roitu koko valtakunnan kattava veden määrän ja laadun  
seurantasysteemi on vielä huomattavien ponnistusten  
päässä, ovat Suomessa monet tutkijat ottaneet tehtävä-  
kentän omakseen ja tietoperusta tehokkaasti yhteenso-  
vitetun systeemin luomiseksi lisääntyy nopeasti.  
Tämä on tehtäväalue, joka näyttää tarvitsevan johdon  
huomiota - erityisesti se edellyttää johdolta vakuut-  
tuneisuutta niistä tarpeista ja eduista, jotka liitty-  
vät veden määrän ja laadun monitoroinnin yhtenäistämise-  
seen. Sovelias ajankohta uudistuksen toteuttamiseksi  
on uuden ympäristötietokeskuksen perustaminen (kohta  
3.7).

Sen lisäksi, että tällä hetkellä on tarve yhdenmukais-  
taa, tunnuspiirteiden ja monimutkaisuuden samalla yhä  
lisääntyessä, veden laadun haainnointia valuma-  
alue-, alue- ja valtakunnan tasolla, neljä veden  
laadun seurannan osa-aluetta vaatii Suomessa tällä  
hetkellä erityistä huomiota:

- riittävien, kohtuuhintaisten ja helppokäyttöisten  
veden laadun analysointivälineiden tarve
- hajakuormituksen seurannan tarve
- tarve saada systemaattisia ja luotettavia tietoja  
merialueen kuormittumisesta (kuormituslähteittäin)
- biologiset ja bioakkumuloituvuusmittaukset.

Analysointivälineet ja -edellytykset. Asiaa on  
tarkasteltu kohdissa 2.4.3 ja 4.2. Arviointiryhmä  
katsoo, että missä suinkin on taloudelliset edellytyk-  
set ja teknisesti mahdollista, veden laadun seurannan  
analyysit tulee toteuttaa VYP:eissä ja tutkimuslabora-  
torion tulee keskittyä nimenomaan tutkimukseen, johon  
luonnollisesti sisältyy seurannoissa käytettävien  
analyysimenetelmien menetelmäkehitys.

Hajakuormitus. Veden laadun seurannan tärkeä osa-  
alue on asianmukaisen tiedon hankinta vesistöjen  
hajakuormituksesta. Sellaisten seurantasysteemien  
suunnittelun, joilla pyritään määrälliseen, laadulliseen  
ja aikariippuvaan tietoon jatkuvasta ja sysäyk-  
sellisestä hajakuormituksesta, tulee olla aivan  
erilaista kuin niiden systeemien suunnittelun, jotka  
seuraavat teollisuuden ja yhdyskuntien päästöjä.  
Suomessa, lukuun ottamatta joitakin harvoja suuria  
teollisuus- tai väestökeskuksia, suuri osa kuormituk-  
sesta on hajakuormitusta, ja Suomen omaleimainen  
topografia ja ilmastovyöhyke vaativat nimenomaan  
Suomen olosuhteisiin soveltuvia ratkaisuja hajakuormi-  
tuksen mittauksessa. Tähänastiset kokemukset osoitta-  
vat esimerkiksi, että automaattiset veden laadun

seurantajärjestelmät eivät kykene mittaamaan ravinne-pitoisuuksien muutoksia. Suomen erityisen humuspiitoiset vedet eivät myöskään suosi automaattista analysointia. Täten yhtenäistä tai standardoitua menetelmää hajakuormituksen mittaamiseksi haja-asutus-alueilla on vaikea saada aikaan (kohta 3.5.3).

Meren kuormitus. Eräs tärkeä osa VYHA:n uusista tehtävistä, joka vasta viime aikoina on saanut huomiota osakseen, on tarkan ja johdonmukaisen tiedon tuottaminen maalta peräisin olevan meren kuormituksen netto- ja huippumääristä. Tätä tietoutta tarvitaan rannikko- ja meriympäristön suojelussa, kuormittavan elinkeinotoiminnan säätelyssä, maa- ja metsätalouden maankäyttömuotojen kehittämisessä, ympäristön kannalta turvallisen alueellisen teollisuuskehityksen suunnittelussa ja toimeenpanossa, satamien käytön suunnittelussa sekä kansainvälisessä ympäristönsuojelutoiminnassa Itämeren piirissä.

Meren kuormituksen seurantaohjelma on läpikäynyt useita vaiheita 1970-luvun puolivälissä suoritettujen ensimmäisten mittausten jälkeen. Suurten jokien aiheuttaman meren kuormituksen vuotuinen mittaustaajuus on lisääntynyt (kahdesta) kahteentoista. Vuonna 1985 otettiin käyttöön virtaamapainotteinen näytteenotto, kun huomattiin, että ajan suhteen tasavälinen näytteenotto saattaa tuottaa äärimmäisen vinoutuneita arvioita vuosikuormasta. Lopuksi, ryhmä sai kuulla - ja on samaa mieltä - tuoreesta havainnosta, että 12 vuosinäytettäkin on todennäköisesti liian alhainen havaintotiheys riittävän täsmällisiin kuormitusarvioihin. Ryhmä pani tyytyväisyydellä merkille, että tämän seurauksena havaintofrekvenssejä aiottiin tarkistaa.

Luonnollisesti tällaisen uudelleentarkastelun tuloksena voidaan havaita, että useissa, ellei kaikissa joissa haluttu kuormitusestimaatin tarkkuus saattaa olla suurempi kuin mitä voidaan saavuttaa käytettävissä olevilla kokonaisresursseilla. Tämä ei kuitenkaan mitenkään tee tarkastelua tarpeettomaksi, koska tällä tavoin voidaan arvioida, mikä tarkkuus on saavutettavissa muutettaessa havaintotiheyttä nykyisestä ideaaliseen. Tämän jälkeen voidaan harkita havaintotiheyksille sopiva painotus, jotta saadaan toisaalta tarkka arvio suurten jokien aiheuttamasta kuormasta, joka muodostaa valtaosan mereen joutuvasta kokonaiskuormasta ja toisaalta pienten jokien aiheuttamasta kuormasta, joka on vähemmän tärkeä mutta jonka vaihtelut saattavat olla merkityksellisiä.

Riippuen tarkastelun tuloksista saatettaisiin päätyä sellaiseen ratkaisuun, että tietyn kokonaiskustannuksen puitteissa olisi optimaalista luopua eräiden pienten jokien aiheuttaman kuorman arvioinnista ja käyttää näin säästetyt voimavarat suuriin jokiin, jolloin saadaan parempi kokonaisarvio meren kuormituksesta. Toisaalta saattaa osoittautua, että parempi kuva kuormituksesta ja sen vaihteluista saadaan yhden pienen joen yksityiskohtaisella havainnoinnilla.



Tätä on taloudellista tai käytännöllistä mitata huolellisesti täydentämällä havainnointia pistokokein suuremmalta alueelta, joka aiheuttaa suuremman kuormituksen mutta jota ei voida monitoroida samalla tarkkuudella. Pahimmillaan saatettaisiin huomata, että toivottua kuormitusestimaattien tarkkuutta ei voida saavuttaa käytettävissä olevilla voimavaroilla. Jos näin kävisi, saataisiin kuitenkin tietää, mitä voitaisiin saavuttaa käytettävissä olevilla resursseilla, kun niitä käytetään optimaalisesti hyväksi ja voitaisiin päättää tulevaisuuden toimintalinjoista, kun tiedetään mikä on mahdollista ja mikä ei.

Mereen joutuvan kuormituksen leviäminen ja vaikutukset muodostavat keskeisen osan siinä tiedon ketjussa, joka tarvitaan arvioitaessa Suomen ympäristön tilaa ja kehitettäessä tehokasta kontrolli- ja hallintojärjestelmää, joka vastaa sekä kansallisen että kansainvälisen ympäristönsuojelun tarpeita (kohdat 3.7 ja 4.7). Arviointiryhmä pani tyydytyksellä merkille suunnitelmat nykyisen yhdentoista intensiiviaseman verkon täydentämisestä länsi- ja etelärannikolla ja erityisen huomion kohdistamisesta menetelmiin, joilla voidaan arvioida jokiperäisten raskasmetallien leviämistä rannikkovesissä. Kuusi vuosikymmentä toiminnassa olleen Tvärminnen eläintieteellisen aseman pohjaeläinseuranta-aseman ylläpitovastuun siirtyminen VYL:lle tulee auttamaan laitoksen hydrologisen ja veden laadun seurantojen kytkemisessä keskeisiin suomalaisiin ja Itämeren koskeviin merentutkimusohjelmiin. Arviointiryhmä toivoo, että suunniteltua ympäristölle vaarallisten aineiden seurantaan olisi mahdollista jatkaa ja laajentaa yhteistyössä Merentutkimuslaitoksen kanssa yhdistämällä joki-, kala- ja pohjaeläinseurannat erityisesti suurten teollistuneiden alueiden jokien suistojen läheisyydessä, länsirannikon ongelma-alueilla ja lounaisessa saaristossa.

Biologinen seuranta ja bioakkumuloitumisen seuranta. Useat tutkijat tekivät arviointiryhmälle varsin vakuuttavasti selväksi, mikä on ilmeistä myös eräiden tutkimusten mukaan, että suomalaisissa vesistöissä biologinen vaihtelu voi olla hyvin laajaa verrattuna kemiallisten muuttujien vaihteluun. Jos veden laadun seurannan päätavoite on saada tietoja biologisista vaikutuksista, suora biologisten muuttujien seuranta on perusteltua. Mutta biologisten muuttujien "klassinen" monitorointi on tyypillisesti kalliimpaa kuin kemiallinen seuranta, ja täten kemiallisen seurannan antamasta vähemmän vaihteluja paljastavasta ja ehkä riittämättömästä informaatiosta huolimatta suurin osa suomalaisten vesistöjen biologisen tilan seurannasta toteutetaan nykyään epäsuorasti kemiallisten ja fysikaalisten muuttujien rutiiniseurannan avulla.

Arviointiryhmä joka tapauksessa ehdottaa, että Suomessa voisi olla hyödyllistä harkita ottaa joitakin biologisten suureiden suoria mittauksia lisäyksenä tai ehkä integroivana tekijänä tavanomaisen veden määrän ja veden laadun monitorointiin. Jotkut VYL:n nykyiset tutkimukset, joilla kehitetään kemiallisten

myrkkyjen biologisten vaikutusten seurantaan, ovat tässä suhteessa lupaavia. Huolimatta siitä, etteivät eräät näistä menetelmistä vielä ole osoittautuneet käyttökelpoisiksi, arviointiryhmä rohkaisee kehittämään niitä jatkuvasti ja testaamaan niiden käyttökelpoisuutta jo aikaisessa vaiheessa. Ne näyttävät sisältävän lupaavia yksinkertaisia, mutta laaja-alaisesti herkkiä biologisten vaikutusten testejä, joita voitaisiin käyttää seurattaessa yleistä veden laatua teollisuuden vaikutuspiirissä olevilla alueilla.

Kun huoli teollisuusjätteiden sisältämien orgaanisten mikropollutanttien ja hivenmetallien seosten vaikutuksista lisääntyy, on nähtävissä, että kemiallisen kartoituksen ja identifioinnin edellyttämien monimutkaisten analyysilaitteiden kustannukset tulevat lisääntymään suuresti verrattuna perinteisten kemiallisten määritysten kustannuksiin. On myös todennäköistä, että vaikka käytettäisiin hyvinkin monimutkaisia analyysimenetelmiä, monet potentiaalisesti tärkeät yhdisteet jäisivät löytymättä ja vaikka ne löytyisivät, niiden biologista merkitystä olisi vaikea määrittää, koska synergistisyys- ja toksisuus tiedot puuttuvat. Tästä seuraa, että kustannus-hyötyvertailu kemiallisten ja biologisten menetelmien välillä voi tulla suotuisammaksi biologisille menetelmille silloin, kun tällaiset aineet ovat kyseessä.

Arviointiryhmä on tietoinen siitä, että bioakkumuloitumismittaukset ovat jo huomattava osa yleisestä seurantatyöstä (kohta 3.5.5). Ryhmä kannattaa vankasti biologisten seurantamenetelmien käytön lisäämistä sekä bioakkumulaation että biologisten vaikutusten osalta - tärkeimpien teollisuusjätevesien vaikutusten määrittämiseksi, jotta saadaan tietoa niiden valvontaa varten. Nämä menetelmät eivät todennäköisesti syrjäytä lakisäätteistä kemiallista seurantaan, mutta niiden avulla voidaan hankkia arvokasta lisätietoa ja niiden käyttö voi johtaa kemiallisen analysointitarpeen vähenemiseen. Eräät biologista akkumuloitumista selvittävät menetelmät voivat olla liian kalliita rutiinikäyttöön, mutta ryhmälle esitelty menetelmä, jossa Anodonta-simpukkaa käytettiin sellujätevesien vaikutusalueella bioakkumuloitumisen seurannassa, osoittaa ettei tehokkaan tekniikan tarvitse olla estävän kallista. Biologisen kokonaisvaikutuksen mittaamisessa menetelmillä on taipumus olla kalliimpia, mutta yksinkertaisten kaupallisesti saatavissa olevien bakteeritestien käyttöä kannattaa harkita kompleksisten jätevesien rutiiniseurantaan, mikäli tulokset voidaan yleistää koskemaan purkuvesistöjen vallitsevia luonnonlajeja.

#### 3.5.1.5 Tiedon kerääminen, käsittely ja esittäminen

Arviointiryhmälle esitettiin arviointityön kuluessa useaan otteeseen - niin kirjoitetuissa raporteissa kuin keskusteluissakin - tarve kehittää paremmin integroituja tietojärjestelmiä. Samoin esitettiin

automaattiasemien laajempaa käyttöä, mikä tuottaisi havainnoiltaan tiheämpää, mutta yksinkertaisempaa data-aineistoa, joka soveltuisi hyvin automaattiseen tiedonkäsittelyyn mutta kuvaaisi mahdollisesti heikommien ympäristöstä ja paikasta johtuvaa vaihtelua. Mikäli vertailuperuste jälleen kerran otetaan muista pohjoismaista, ryhmän vaikutelma on, että Norja ja Ruotsi käyttävät enemmän automaattiasemia ja atk-pohjaisia tiedon jalostusrutiineja. Jos tähän on päädytty taloudellisuuden ja parempien palveluiden takia, asiaa tulisi tutkia ja johtopäätökset voisivat olla merkityksellisiä päätettäessä Suomen verkostosta. Ryhmä havaitsi VYHA:n ohjelmien raporteista, että on jo olemassa suunnitelmia integroidusta tietojenkäsittelystä ja ehdotuksia instrumenttien ja tiedonkeruurutiinien uusimiseksi. Näille suunnitelmille tulee antaa suuri paino, mutta samalla tulee ottaa huomioon myös tiedon hyväksikäyttäjät ja heidän kykynsä käyttää pitkälle digitalisoitua tietoa.

Ympäristötietokeskuksen perustaminen luo mahdollisuuden järjestellä hydrologiset ja veden laadun data-aineistot siten, että ne sopivat yhteen muun ympäristötiedon (metsät, viljelyalueet, merialue, ilmasto) kanssa, sekä esittää ne sellaisessa muodossa, joka on käyttökelpoinen sekä suurelle yleisölle että tutkimukselle (kohta 3.7).

Niin kauan kuin hydrologinen tieto esitetään pääasias-  
sa taulukoina listaamalla tehdyt havainnot, on vaikeata arvioida, mikä on eri tarpeita varten riittävä ajallinen ja paikallinen havaintotiheys. Viimeaikainen kehitys hydrologisen informaation esittämisessä melkein kaikissa maissa on kohti jalostetumpia esitysmuotoja. Tällä hetkellä käytettävissä olevien eri esitystapojen suuri määrä antaa tiedon käyttäjille - elinkeinoelämä, viranomaiset, maa- ja metsätalouden harjoittajat, tutkijat - mahdollisuuden muotoilla tarpeensa tarkemmin. Ne viitteet, joihin arviointiryhmä tutustui, kuvasivat joitakin tutkimuksia optimaalisista veden laadun näytteenoton järjestelyistä, mutta ryhmä ei löytänyt yhtään selvitystä optimaalisesta hydrologisen seurannan järjestelystä. Samoin on laiminlyöty veden määrän ja laadun havaintoverkkojen eroavuuden merkityksen tutkiminen. Nämä ovat kysymyksiä, joihin on syytä kiinnittää huomiota VYHA:ssa yhdessä muiden tiedon hyväksikäyttäjien kanssa mukaan lukien maa- ja metsätalousministeriö ja kunnat samalla, kun suunnitellaan uutta ympäristötietokeskusta.

Arviointiryhmä pani tyydytyksellä merkille käyttömuotokohtaisen veden laadun luokittelun uusimman sovel-  
luksen, jolla yksityiskohtaisia vedenlaatutietoja muokataan päätöksentekijöille ja suurelle yleisölle helposti ymmärrettävään muotoon. VYHA:n tulee panostaa huomattavasti tiedon prosessointivälineisiin, joilla tietoja jalostetaan esim. graafiseen muotoon ja tarjotaan tällä tavalla suurelle yleisölle ja päättäjille.

Vaikka seurantatietojen esittäminen näitä tietoja

käytännön tehtävissä tarvitseville - viranomaiset, elinkeinoelämä, suuri yleisö - ja tieteellisessä työssä tarvitseville onkin aivan erilaista, yhdenmukaisuuden tulee aina säilyä. VYHA:n tieto- ja tietojenkäsittelyjärjestelmien suunnittelussa tulee pitää huolta siitä, että ne soveltuvat seuranta-aineiston muokkaukseen ja että hydrologista valuma-aluekartoitusta ja maastotietojärjestelmää kehitetään ottaen huomioon seuranta-aineistossa tapahtuvat muutokset (kohdat 3.6, 3.7 ja 4.2).

### 3.5.1.6 Seurantaohjelmien uudelleenarvioinnin tarve

Ne monet edellä esitetyt seikat, jotka koskevat veden määrän ja laadun seuranta- ja niiden suhdetta VYHA:n vesien- ja ympäristöntutkimusohjelmaan, ovat saaneet arviointiryhmän vakuuttuneeksi siitä, että seurantaohjelmien systemaattinen arviointi olisi juuri nyt oikea-aikaista, mahdollista ja hyödyllistä. Eräitä tarkastelun näkökohtia - mm. kuinka sen tulisi erota tutkimustoimintojen arvioinnista -, on esitetty kohdassa 3.5.1.1. Arviointiryhmän mielestä useat Suomen ympäristön ja hydrologisen seurannan ohjelmat ovat olleet käynnissä kyllin pitkään hyvin laadultaan varmennettuina, jotta ne voivat tarjota riittävän aineiston sopivaan tilastolliseen tutkimukseen.

Tämän vuoksi arviointiryhmä ehdottaa, että tulisi ryhtyä seurantaohjelmien laaja-alaiseen ja objektiiviseen arviointiin. Tarkastelu tulisi aloittaa määrittämällä selvät ja määrälliset nykyiset ja ennakoitavissa olevat tavoitteet sekä tiedon tarvitsijoiden tietotarpeet (mukaan lukien elinkeinoelämä, hallinnon yksiköt ja tiedeyhteisö) ja edetä - ohjelmien vastuuhenkilöiden, muiden veden laadun asiantuntijoiden, tilastotieteilijöiden ja atk-ohjelmoijien avulla tarkastelemaan sitä, kuinka hyvin nykyiset ohjelmat vastaavat tarpeita ja mitkä muutokset olisivat toivottavia seurannan optimoimiseksi. Tämän tyyppinen tarkastelu mitä todennäköisimmin paljastaisi heikkoja alueita tai voimavarojen tehotonta käyttöä ja johtaisi arvokkaisiin parannuksiin toimintojen laadussa ja kustannus-hyötysuhteessa.

Kun tarkastellaan laaja-alaisesti kaikkia tärkeitä seurantaohjelmia - velvoitetarkkailut mukaan lukien - tulee myös tarkkaan tutkia sitä, miten hyvin eri ohjelmat ja tavoitteet on sovitettu yhteen ja painotettu suhteessa asioiden merkitykseen ja jo olemassa olevaan tietoon. Eräiden seurantojen osalta tämä voi vaatia myös eri väliaineisiin kohdistuvien seurantojen välisen painotuksen arviointia. Täten esimerkiksi jokien mereen kuljettamien ainemäärien seurannan tarkastelussa tulee kiinnittää huomiota myös samojen aineiden laskeumaan sekä teollisuuden ja yhdyskuntien suoriin päästöihin vesiin ja ilmakehään.

Arvioinnissa tulisi kiinnittää huomiota muun muassa seuraaviin seikkoihin:

Tavoitteet: On tarpeen määritellä entistä selvemmin seurantaohjelmien päämäärät ja aineistojen käyttötarkoitus. Ilmeni, että parhaimmillaankin veden määräseurantojen päämäärät ovat suurelta osin erittäin yleisiä tai jatketta menneisyydelle. Toisaalta veden laadun systemaattiseen havainnointiin on voitu ryhtyä jonkin erityisongelman vuoksi ja toimintaa on sitten laajennettu niin, että alkuperäinen tavoitteenasettelu ei enää ole riittävä. Sadeveden, lumen tai pohjaveden seurantoja ei monissa tapauksissa ole ilmeisestikään suoraan kytketty pintavesien seurantoihin. Selvemmin määritellyt tavoitteet auttavat tuotetun tiedon arvioinnissa ja kustannusten ja hyötyjen vertailussa sekä tekevät mahdolliseksi eri seurantojen paremman yhteensovittamisen.

Mitattavat muuttujat: Useimmissa seurantaohjelmissa mitataan niitä fysikaalis-kemiallisia muuttujia, jotka ovat helppoja, halpoja ja luotettavia määrittää. Tällaiset muuttujat muodostavat jokaisen seurantaohjelman ytimen, mutta ne eivät välttämättä anna sitä tietoa, jota tarvitaan muuttuneissa ja nykyisissä oloissa. Seurantojen vakio- ja erityistarpeita sekä tavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavia kriteerejä ja standardeja koskeva tarkastelu olisi erittäin hyödyllinen.

Havaintopaikkojen lukumäärä ja sijoittelu sekä määrittysten ajoitus ja frekvenssi: Seurantaverkon suunnittelu ja havaintojen määrä on tiedon riittävyyden ja kustannusten välinen kompromissi. Tarkastelussa tulisi ottaa havaintotiheyden ja aineiston muun laadun ja edustavuuden lisäksi huomioon havaittavan ilmiön luonnollinen vaihtelu, kriittiset paikat ja ajankohdat, jolloin mittaukset ovat merkityksellisimmillään sekä uusien menetelmien ja matemaattisten mallien mahdollisuus lisätä aineiston edustavuutta ja merkittävyyttä. Aika ajoitin näistä näkökulmista tehty tarkastelu tulisi suoraan hyödyttämään VYHA:a siten, että sen kyky hankkia hyödyllistä tietoa käytettävissä olevien resurssien avulla pysyy yllä. Eräitä tarkoituksia tai tarpeita varten on ilmeistä, että tarvitaan enemmän havaintopaikkoja ja tiheämpää näytteenottoa tarpeellisen tiedon saavuttamiseksi; mikäli voimavarat ovat riittämättömät tehokkaaseen seurantaan, tulee tällainen tilanne ainakin tunnistaa ja siirtää käytettävissä olevat resurssit hyödyllisempään käyttöön.

Seurantatulosten ja niiden käyttökelpoisuuden arviointi: Seurantaohjelmien laaja-alaiseen tarkasteluun tulisi sisältyä sen selvittäminen, miten kerättävän informaation soveltuvuutta ja käyttökelpoisuutta ajoittain tai säännöllisesti tarkistetaan.

Hydrologisten ja muiden ympäristönseurantaohjelmien tarkastelun ei tule rajoittua ainoastaan tähän hetkeen, vaan sen pitää ennakoida myös tulevaisuutta; tulee tiedostaa lähitulevaisuuden tarve liittää veden määrän ja laadun havainnointi ilmastoon, maaperän ja meriympäristön seurantaan.

Suomella on pitkä historia vesien ja muun ympäristön seurannassa ja arviointiryhmä on varma siitä, että vesitutkijoiden, tilastotieteilijöiden ja atk-henkilökunnan asiantuntemuksella kyetään varmistamaan sen ehdottaman arvioinnin tuloksellisuus.

### 3.5.2 Ympäristöä pilaavien aineiden tutkimus

Ympäristön pilaantumisen tunnistamiseen, mittaamiseen, valvontaan ja torjuntaan liittyvien eri kysymysten tutkiminen muodostaa suuren ja yhä laajenevan osan nykyaikaisten kansallisten ympäristöorganisaatioiden tutkimuksesta. Myös VYHA:n, VYL:n ja VYP:ien tekemä epäpuhtauksien ja niiden ympäristövaikutusten tutkimus on laaja-alaista. Näiden ohjelmien moninaisuuden ja erityisluonteen vuoksi yksityiskohtaiset kommentit niiden tieteellisestä tasosta olisivat olleet liian laajoja ja niillä olisi ollut vain vähän yleistä arvoa VYHA:lle. Arviointiryhmän yleisvaikutelmana on, että ympäristön pilaantumisen tutkimus on Suomessa korkeata kansainvälistä tasoa. Suuri osa tutkimuksesta on melko perinteistä, jos sitä verrataan joihinkin johtaviin tutkimuksiin muualla. Kuitenkin kaikilla tutkimuksen päälohkoilla, joita ryhmä tarkasteli, oli tutkijoita jotka olivat tiedoiltaan hyvin ajan tasalla ja tietoisia kehityksestä muissa maissa. He olisivat myös halukkaita innovatiiviseen toimintaan Suomessa, mikäli heille tarjottaisiin tähän riittävät voimavarat. Monilla alueilla tutkimusten taso on jonkin verran kärsinyt, koska ohjelmat ovat ryhmän mielestä olleet hieman liian kunnianhimoisia tieteellisiin resursseihin nähden. Tämä tilanne on kuitenkin kohenunut kahtena viime vuonna lisääntyneen rahoituksen ja parantuneiden tutkimusolosuhteiden ansiosta.

VYHA:n ylläpitämästä laajasta ympäristön pilaantumiseen liittyvästä tutkimuskentästä arviointiryhmä on valinnut kommentoitavakseen kolme osa-aluetta, koska se uskoo niiden tulevaisuudessa edustavan yhä merkittävämpää osaa suomalaisessa ympäristöntutkimuksessa: 1) ilman epäpuhtauksia tutkivan HAPRO-projektin, joka on useiden laitosten yhteishanke; 2) eliöihin kertyvien aineiden ja eliöille toksisten aineiden biologiset tutkimukset; 3) yksittäisen epäpuhtauden, elohopean tutkimisen. Jokaisella näistä tutkimusaiheista on, oman oikeutuksensa ohella, annettavaa VYHA:n tutkimuksen tulevalle kehitykselle.

HAPRO. Tämä viisivuotinen tutkimus (4. vuosi 1988) happaman laskeuman ja ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumisen vaikutuksista tulee olemaan merkkipaalu Suomen ja kenties Euroopan ja koko maailman ympäristöntutkimuksessa. Huolimatta niistä vaikeuksista, joita saattaa odottaa suuressa, useiden rahoittajien ja toimintayksikköjen monitieteisessä ohjelmassa, näyttää projekti onnistuneen tähän asti sekä saavuttamaan uutta ja hyödyllistä tietoa epäpuhtauksien määrästä ja ympäristövaikutuksista (joka on tieteellinen päätarkoitus) että luomaan tietoa ja kokemuksia

yhteistyöstä yhteisen mutta monimutkaisen ympäristöongelman parissa (millä voi olla tulevaisuuden kannalta yhtä suuri merkitys kuin tieteellisillä tuloksilla). Seuraavassa on joitakin asioita, joita tulisi tarkastella arvioitaessa HAPRO-projektia tässä vaiheessa:

Vaikka VYL oli suunnittelemassa ja aloittamassa projektia, se osallistuu vain siihen osaan tutkimusta, joka käsittelee kaukokulkeutuvien ilman epäpuhtauksien vesistövaikutuksia. Muut laitokset käsittelevät meteorologiaan ja metsiin liittyviä vaikutuksia. Vaikka projektin yleiskoordinaattorina toimiva sihteeristö on ympäristöministeriössä ja VYHA on edustettuna laitosten yhteisessä johtoryhmässä ja vastaa laajasta ympäristöntutkimuskentästä liittyen ilman epäpuhtauksiin ja niiden geohydrologisiin ja biologisiin vaikutuksiin, VYHA tai VYL ei ole, ainakaan ryhmälle kerrotun perusteella, ollut tieteellisenä koordinaattorina tai varmistanut sitä, että eri tutkimusaiheiden välillä vallitsee sopiva tasapaino ja että saavutetaan yleisnäkemyks Suomen kannalta kaikkein oleellisimmista ongelmista.

Suuri osa tutkimuksista on tähän asti keskittynyt muutamiin "tyypillisiin" järviin. Vuonna 1987 tehty 1 000 järven tutkimus antaa perusteet käytettyjen 60 - 140 järven edustavuuden arvioinnille. Tällöin tulee arvioida sitä, kuinka koealueiden aineisto edustaa ympäristöltään ja ekosysteemeiltään erilaisia alueita sekä sitä kuinka aineisto on sovellettavissa maan eniten kuormitetuille tai muutosherkimmille alueille.

Eniten tutkitut epäpuhtaudet ovat samoja, jotka ovat tärkeitä myös muualla Euroopassa. Näiden epäpuhtauksien tutkiminen on tärkeää suhteutettaessa tuloksia naapurimaiden tutkimuksiin ja määritettäessä asian suhteellista vakavuutta Suomessa. Tulisi kuitenkin ottaa huomioon myös muut Suomen olosuhteissa tärkeiltä vaikuttavat näkökohdat, joita ei ainakaan arviointiryhmän mielestä ole paljontaan tutkittu. Kuivalaskeuman prosessit erityisesti metsissä talviaikana sekä typen oksidien ja niiden reaktiotuotteiden merkitys pohjoisen havumetsävyöhykkeen happamissa vesissä ovat kaksi tällaista ongelma-aluetta. Arviointiryhmä sai arviointityön aikana kuulla, että ympäristöministeriölle oli jätetty typen oksidien vaikutusten tutkimusta koskeva muistio.

Eräs tutkimuksen päätarkoituksista on tuottaa ympäristössä toimivista prosesseista uutta tietoa, jota voidaan hyödyntää ilman epäpuhtauksien aiheuttamien ympäristövahinkojen tai niiden uhan vähentämiseksi. Tästä syystä on tärkeää erottaa, milloin mahdollista, ihmistoiminnan aiheuttamat ympäristömuutokset niistä muutoksista, joita tapahtuu jatkuvien luonnollisten prosessien johdosta jo luonnostaan happamassa maaperässä ja vesissä. Tällainen kahtiajako ei tietenkään koskaan voi olla täydellinen, kuten ei myöskään voi olla ihmisen menneitä ja nykyisiä toimintoja koskeva

erottelu, vaan ne vaikuttavat kaikki osina "luonnollisissa" tapahtumissa. Kuitenkin meidän parasta tietouttamme tulisi soveltaa ihmisen nykyisen toiminnan aiheuttamien kehityssuuntien tunnistamiseksi. Tavoitteena tulisi olla erottaa ihmisen toiminnan vaikutukset luonnollisista vaihteluista siten, että toimenpiteisiin voidaan ryhtyä enempien ei-toivottujen muutosten torjumiseksi. Kyseisten muutosten tunnistamista ei todennäköisesti kyetä tekemään vain hydrologisilla ja vedenlaatututkimuksilla, vaan tässä tullaan tarvitsemaan läheistä yhteistyötä meteorologisten prosessien ja maaperäkemian tutkimusten kanssa.

Happaman laskeuman vaikutuksilla pohjoisille metsille on suuri taloudellinen ja poliittinen merkitys Suomessa; tämä vaatii paitsi yhteistyötä veden, ilmakehän ja maaperän tutkimuksissa, myös teollisten prosessien, säätötekniikan ja vaurioituneiden ekosysteemien kunnostusmenetelmien tutkimusta. VYHA:n tulisi sen vuoksi varmistaa, että HAPRO-tutkimuksia ulotetaan jatkossa käsittämään myös epäpuhtauksien rajoittamiseen ja ympäristön toipumiseen liittyviä sovelluksia.

On tärkeätä kohdentaa riittävästi voimavaroja ja suunnittelua viisivuotisen HAPRO-projektin loppuunsaattamiseksi. Projektin päättyessä tulisi luoda katsaus hankittuun tietämykseen ja aineistoihin sekä kiinnittää huomiota tutkimustulosten hyödyntämiseen päätöksenteossa, valvonnassa ja uudessa tekniikassa. Lisäksi tulisi aloittaa sellaisen ilman, veden ja maan seurantajärjestelmän suunnittelu ja toteutus, joka tulisi palvelemaan osana Suomen tulevaa saastumisen ehkäisy- ja valvontajärjestelmää.

Pilaantumisen valvontaan liittyvät biologiset tutkimukset. Kaksi tämän laajan tutkimusalueen aihetta ansaitsevat huomiota, koska ne ovat potentiaalisesti tärkeitä Suomelle. Molemmissa on edistytty erinomaisesti, mutta niiden edelleen kehittäminen riippuu olennaisesti hallinnon antamista voimavaroista sekä muista mahdollisuuksista toteuttaa tätä tutkimusala.

Ympäristömyrkkyseurannat. Tämä on nykyisellään vaateallas tutkimusalue, joka käsittää yhdeksän osaprojektia. Ne käsittelevät erilaisia bioakkumuloitumiseen liittyviä tekijöitä sisä- ja rannikkovesissä. Seurattavien aineiden valikoima on suhteellisen laaja sisältäen raskasmetalleja sekä joukon synteettisiä kemikaaleja ja on samankaltainen ja vertailtavissa muissa teollistuneissa maissa tehtäviin seurantoihin. Näytepankkitoiminnan tulisi tehdä mahdolliseksi selvittää Suomen eri alueille kaikkein tärkeimmät yhdisteet ja rikastumisprosessit ja periaatteessa antaa mahdollisuus minkä tahansa halutun yhdisteen rikastumistrendin määrittämiseen jälkikäteen.

Arviointiryhmälle esitetyn aineiston perusteella oli selvää, että huolimatta aivan viime vuosiin saakka riittämättömistä voimavaroista tarvittavan näytteenoton ja analyttisen ohjelman toteuttamiseksi eliös-



tön haitallisten aineiden pitoisuustasojen seuranta Suomen ympäristön laadun indikaattorina oli selvästi osoitettu. Tapahtunut edistyminen on osoitus kyseisten tutkijoiden innostuksesta ja kyvyistä. Nyt kun voimavarat ovat lisääntyneet ja pysyvä rahoitus on osoitettu, on tarpeellista jatkaa aikaisempaa pioneerityötä kahteen suuntaan. Toisaalta on ajankohtaista laatia suunnitelma kattavan kokonaiskäsityksen saamiseksi haitallisten aineiden kertymisestä eliöstöön eri osissa Suomea; sekä kaukaisilla, pohjoisilla alueilla että myös asutuksen ja teollisuuden päästöjen läheisillä alueilla. Toisaalta on välttämätöntä jatkaa kertymisen prosessien ja vaikutusten tutkimista suomalaisessa ympäristössä uuden tiedon saamiseksi alueellisten seurantojen antamien mittaustulosten merkityksen ymmärtämiseksi.

On huolestuttavaa, että tutkimuksia populaatioiden sisäisestä vaihtelusta optimaalisen näytekoon määrittämiseksi sekä analyttistä laatukontrollia ("interkalibrointia") ovat haitanneet rajoitetut voimavarat, sillä nämä ovat hyvin tärkeitä ensiluokkaisien ja kustannuksia säästävän seurannan kehittämiseksi. On myös valitettavaa, että jotkut näytteet, joita on säilytetty näytteistössä, ovat vähäisten resurssien estäessä analysoinnin todennäköisesti käyttökelvottomia, koska nyttemmin on havaittu, ettei säilytyslämpötila ole ollut riittävän alhainen asianmukaiseen säilytykseen.

Nämä ongelmat kuvastavat niitä vaikeuksia, joita voi ilmetä, jos meneillään olevia tutkimuksia ei rahoiteta riittävästi. Ja kuitenkin, mikäli tätä työtä ei olisi aloitettu huolimatta sen rajoituksista, Suomen ympäristötiede ei olisi niin hyvässä tilassa, jossa se tänään on. Arviointiryhmä katsoo, että tämä on alue, joka hyötyy huomattavasti saamastaan lisärahoituksesta ja maksaa sen myös takaisin. Ryhmä on huolissaan siitä, että vaateliias ohjelma edelleenkin kehitettynä tulee silti kokemaan resurssipulaa. Koska rutiininomaisen näytteenkeräyksen kustannukset ovat vähäiset verrattuna kemiallisten analyysien erityisesti pieninä pitoisuuksina esiintyvien orgaanisten epäpuhtauksien - kustannuksiin, on aina olemassa vaara, että kiitettävä halu laajentaa keräntyvien aineiden seurantoja voi toisaalta rajoittaa niitä tutkimuksia, jotka kohdistuvat näytteenotto-ongelmiin, näytteiden säilymiseen ja analyttiseen laadunvalvontaan, jotka nekin ovat oleellisia ympäristömyrkkyselurannan antamien mahdollisuuksien tehokkaalle soveltamiselle. Arviointiryhmä toivoo vilpittömästi, että nykyinen vakaampi taloudellinen pohja sallisi näiden näkökohtien painottamisen omana tutkimusongelmanaan, tai että olisi mahdollista osoittaa pieni lisärahoitus erikseen tähän tarkoitukseen.

Ympäristönäytepankkitoiminta on erittäin lupaava työkalu trendien osoittamisessa. Sitä käytettäessä ei ole ongelmia analyysimenetelmien vertailukelpoisuudessa, joka niin usein on probleema ympäristön pitoisuusseurannoissa. Siinä on kuitenkin joukko

potentiaalisia ansoja, joista vähäisin ei ole kysymys niiden lukuisten tulevaisuudessa mahdollisesti kiinnostavien yhdisteiden säilymisestä näytteissä eri säilytysolosuhteissa sekä näytemäärän riittävyys. Läheisen yhteydenpidon tulisi säilyä vastaaviin toimintoihin muissa maissa siten, että kokemuksia tästä tärkeästä tekniikasta voidaan säännöllisesti vaihtaa.

Ekotoksikologia ja pilaantumisen biologiset seuraukset. Maa- ja vesieliöiden ympäristömyrkkypitoisuuksien biologinen merkitys populaatioille ja ekosysteemeille on tärkeä tutkimusalue, josta tarvitaan yhä laadukkaampaa tietoa ympäristönsuojelutehtävien suuntaamiseksi sekä vedenlaatu- ja ympäristömyrkyseurantojen kehittämiseksi. Tutkimuksen näillä alueilla tulee olla kansainvälistä tai ylikansallista, koska ongelmat koskevat useita valtioita sekä vaativat kansainvälisen tiedeyhteisön yhteisiä ponnistuksia. Tästä huolimatta Suomelle tunnusomaisia ongelmia tulee tutkia juuri Suomessa.

VYL:lla on vaateliias tutkimusohjelma teollisuusjätevesien myrkkyyvaikutuksista. Lähtökohtia on useita ja tavoitteita lukuisia - liian monia arviointiryhmän mielestä - lähestyttäväksi käytössä olevilla tieteilisillä resursseilla. Paljon on kuitenkin ilmeisesti saatu aikaan huolimatta vähäisestä rahoituksesta. Projektit osoittivat hyödyn, joka koituu yhteistyöstä teollisuuden, Keskuslaboratorion, yliopistojen ja ulkomaisten laitosten kanssa. Projektien tuloksena on mm. useita toksisuus- ja rasisitustestejä sekä jätevesien että vastaanottavan vesistön laadun tutkimiseksi. Näitä testejä on jo käytettykin eräiden teollisuuden päästöjen myrkyllisyyden arviointiin sekä uuteen kemikaalilakiin liittyviin myrkyllisyysselvityksiin.

Tutkijat huomauttavat ryhmän mielestä aivan oikein, että tutkittaessa seoksina ja pieninä pitoisuuksina esiintyviä epäpuhtauksia kemiallisen analytiikan tarjoamat arviointimahdollisuudet ovat rajalliset, kun sen sijaan biotestaus antaa välittömän mahdollisuuden arvioida ympäristövaikutus (kohta 3.5.1.4). Tämän vuoksi oli rohkaisevaa nähdä ei ainoastaan tutkimusta biotestien soveltamiseksi jätevesi- ja vesistötutkimuksiin vaan myös pyrkimyksiä saada biotestejä kansallisiksi standardeiksi ja käytännön ohjeiksi rutiinikäyttöön.

Tutkimus, jota VYL:ssa tehdään uusien myrkyllisyyden arviointimenetelmien käyttöönsaamiseksi, näytti olevan korkeatasoista. Samalla kun on tärkeää, että VYL tukee tätä työtä ja seuraa uusia kehityssuuntia, on kuitenkin todettava, että tällaista tutkimusta on usein vaikea tehokkaasti jatkaa palveluun suuntautuneessa laitoksessa. Tämän vuoksi arvioijat esittävät voisiko VYHA lisätä nykyisestään yhteistyötään yliopistojen kanssa tällä alalla.

Ryhmä sai vaikutelman, että subletaalien testien soveltaminen rajoittui pääasiassa tiettyihin päästöi-

hin ja niiden välittömiin vaikutuksiin vastaanottavassa vesistössä - tämä noudattelee käytäntöä muissa maissa eikä ole yllättävää, kun ottaa huomioon testauksen suhteellisen kalleuden ja eräissä tapauksissa rajallisen luotettavuuden. Olisi mielenkiintoista tulevaisuudessa nähdä, voitaisiinko tällaisia testejä soveltaa yleiseen seurantaan jätevesien välittömän vaikutusalueen ulkopuolella alueilla, joissa useiden erilaisten tehtaiden päästöt sisältävät lukuisia myrkyllisiä aineita, erityisesti orgaanisia epäpuhtauksia. Tuolloin olisi mahdollista, mikäli vaikutuksia havaitaan, jäljittää tärkeimpien saasteiden kulkutiet biologisilla testeillä ja näin kohdentaa työläs kemiallinen analytiikka alueille, joilla sitä eniten tarvitaan. Yleiseen seurantaan käytettävän testin tulisi olla herkkä ja yksinkertainen, toistettava riippumatta käyttäjästä sekä tietysti halpa.

Arviointiryhmälle esitetyssä aineistossa olivat jääneet vähälle huomiolle eliöiden kasvututkimukset pilaantumisen ilmentäjänä. Sinisimpukan (Mytilus edulis) SFG (Scope for Growth)-kasvumäärittämisä on käytetty useissa maissa haluttaessa määrittää eliön fysiologinen tila kuukauden altistuksen jälkeen myrkkypäästöjen kuormittamassa vesistössä. Määrittämisen tulos on nettotoksisuus. Makeissa vesissä samantlaisia määrittämisä on tehty Gammarus-äyriäisellä. Mikäli suomalaiset tutkijat eivät vielä ole arvioineet tai hylänneet tätä lähestymistapaa, heidän toivotaan harkitsevan olisiko sillä soveltamiskohteita suomalaisessa likaantumistutkimuksessa.

Monien myrkyllisyystestien käytön rajoituksena on yksittäisillä eliöillä saatujen tulosten tulkinta koko populaation kannalta. Sen vuoksi onkin valitettavaa, että rahoitusvaikeuksien vuoksi kalojen vuosisyklitutkimusta puunjalostusteollisuuden jätevesien malliaineilla ei ole voitu toteuttaa. Tämä tutkimus tulisi toteuttaa heti voimavarojen salliessa.

Käynnissä on myös mielenkiintoinen työ torjunta-aineiden huuhtoutumisesta ja vaikutuksista vesistöissä. Ryhmä ei voinut tehdä työstä arviota, koska työ ei ollut vielä valmistunut. Ryhmälle kerrottiin, että vaikka tutkimuksen prioriteetti oli korkea, sen edistymistä häytti VYL:n analyysikapasiteetin riittämättömyys. Ryhmän käsityksen mukaan tutkimuslaboratorion viimeaikaisten hankintojen johdosta tilanne on kuitenkin parantunut. Silti tämä osoittaa, että analyttisten valmiuksien varmistaminen ennen uuden projektin aloittamista on tärkeää (kohta 4.2). Tutkimusjohdon tulee varmistaa, että projektin toteutuminen on turvattu kaikissa vaiheissa. Jos esimerkiksi riittäviä analyysivalmiuksia ei ole, on parempi myöntää se varhaisessa vaiheessa ja supistaa tai lykätä projektia.

Kenttätöskentelyn tai seurannan sovittaminen analyysivalmiuksien ja tiedonkäsittelyn resurssien mukaan on yleinen ongelma ympäristömyrkkytutkimuksissa, jossa analyttiset vaatimukset kehittyvät nopeasti,

ja äkilliset ja odottamattomat tapahtumat voivat aiheuttaa nopeita muutoksia analysoinnin järjestyksessä ja työmäärässä. Toivottavasti viimeaikaiset kokemukset pystytään ottamaan huomioon tulevaisuudessa.

Moniin muihin maihin verrattuna torjunta-aineiden käyttö on Suomessa melko vaatimatonta ja tähän asti myös kaukokulkeutuvien ympäristömyrkkujen merkitys on ollut vähäinen. Tämä antaa Suomen tutkijoille hyvän tilaisuuden tutkia suhteellisen puhdasta ympäristöä ja näin ympäristön ja ekosysteemin muutoksia voidaan tutkia tavalla, joka ei ole enää mahdollista monissa muissa maissa. Suhteellisen vähäinen ympäristön pilaantuminen Suomessa ei vähennä VYHA:n ympäristömyrkkytutkimuksen tärkeyttä. Päinvastoin tilanne pakottaa VYL:n tekemään tarkkaa tutkimusta ympäristömyrkkujen vaikutustavoista ja seurauksista siten, että Suomi pystyy säilyttämään kadehdittavan asemansa yhtenä vähiten pilaantuneista maista. Arviointiryhmä todella toivoo, etteivät VYHA ja Suomen valtiovalta tee sellaista johtopäätöstä, ettei torjunta-ainetutkimus ole tärkeätä torjunta-aineiden vähäisen käytön takia. Täytyy myös muistaa, että Suomen, kuten muidenkin subarktisten maiden luonto on herkempi haavoittumaan kuin lauhkeapien alueiden ympäristö johtuen alhaisesta lämpötilasta, lyhyestä kasvukaudesta ja lyhyistä, yksinkertaisista ravintoketjuista.

Ottaen huomioon saasteiden ja torjunta-aineiden esiintymistä ja kulkeutumista selvittävän toksikologisen ja analyyttisen työn kalleuden, VYL:n oma tutkimus tällä alalla tulisi huolellisesti suunnata suurimpiin nykyisiin ja näköpiirissä oleviin ongelmiin käyttäen hyväksi kokemuksia muissa maissa (joissa saastuminen on voimakkaampaa ja vauriot ympäristölle tai vaikutukset, joita yritetään hallita, usein ilmeisempiä). Arviointiryhmä on tutkijoiden kanssa samaa mieltä siitä, että kun torjunta-aineiden kertymistä selvittävä tutkimus oli varojen puutteen vuoksi keskeytettävä, oli viisasta jatkaa tutkimusta kirjallisuusselvityksellä, niin että VYL:n oma tutkimus - kun sitä voidaan jatkaa - tulee olemaan uutta tietoa tuottavaa. Torjunta-aineiden käyttötapojen muutokset, jotka saattavat rasittaa ympäristöä, tulee myös ottaa huomioon. Ryhmä toteaa tyydytyksellä, että työtä suunnataan glyfosaatti-tutkimuksiin, koska sen käyttö lisääntynee purettaessa maataloustuotannon ylijäämää pakollisella kesannoinnilla. Torjunta-aineiden käyttötapojen ja määrien sekä niiden aiheuttaman pilaantumisen seuranta suhteessa poliittiseen ja taloudelliseen kehitykseen on välttämätöntä, jotta voidaan päättää minkälaista uutta tutkimusta pitäisi kansallisesti tehdä ja mitä tietoa voidaan saada kirjallisuudesta sekä muissa maissa tehdystä tutkimuksesta.

Arviointiryhmä havaitsi mielihyvällä, että huolimatta nykyisistä suhteellisen pienistä ja kertaluonteisista ohjelmista torjunta-aineiden myrkyllisyys- ja huuhtoutumistutkimusten tuloksia on voitu välittömästi

käyttää päätöksentekoon ympäristöministeriössä; myös terveysviranomaiset ovat kysyneet niitä.

Koko ekotoksikologian ja pilaantumisen biologisten vaikutusten tutkimus hyötyisi arviointiryhmän mielestä huomattavasti kohtuullisestakin voimavarojen lisäyksestä. Pilaantumisen vaikutusten välitön arviointi myrkyllisyys- ja räsitusasteilla on ala, jolla tieto ja kokemus ovat viime vuosina kasvaneet huomattavasti ja kasvu jatkuu edelleen. Se on myös alue, josta voidaan saada sovelluksia metsäteollisuuden monitahoisten jäteongelmien ratkaisuun - alue, joka on paitsi Suomen erityisongelma myös erityinen tutkimushaaste.

Elohopeaprojekti. Arviointiryhmä kiinnitti huomiota tähän projektiin esimerkkinä hyvin organisoidusta, tehokkaasti toteutetusta ohjelmasta, joka saavutti erityispäämääränsä. Projekti perustettiin vastauksena huolestumiseen kalojen kohonneiden elohopeapitoisuuksien kansanterveydellisistä vaikutuksista. Hyödyntämällä vastaavasta ongelmasta muissa maissa tehtyjä tutkimuksia projekti suunniteltiin kokonaisuutena, ja se eteni loogisesti alkaen perusaineiston keräämisestä maastossa ja ympäristön prosessien ja niiden seurauksen tutkimisesta ottamalla asianmukaisesti huomioon analyysien ja tiedonkäsittelyn laaduntarkkailu, sekä päättyi suosituksiin tekoaltaiden suunnittelussa huomioon otettavista seikoista ja elohopean poistosta tehokaluksella. Projekti osoittaa myös, että tehokalukseseen ja taloudelliseen työhön voidaan päästä, kun resursseja on riittävästi käytettävissä hyvin valmiiksi harkitun suunnitelman toteuttamiseksi.

Työn laatu oli yleisesti ottaen korkea. Hedelmällinen yhteistyö yliopistojen laitosten kanssa oli ilmeistä ja henkilökohtaisia yhteyksiä oli luotu alan ulkomaisiin tutkijoihin. Työn eri vaiheet oli raportoitu laajasti tieteellisissä julkaisuissa ja päätulokset oli esitetty kansallisessa lehdistötilaisuudessa.

Kemiallisen, fysikaalisen ja biologisen aineiston hankkiminen oli yleensä tehty huolella ja kiinnitetty huomiota näytteenoton ja analysoinnin laadunvalvontaan. Jälkimmäisessä ilmeni kuitenkin joitakin ongelmia: lumipeitteen elohopeatutkimuksessa 1983, jolloin näytteiden kerääminen ja kestävöinti tehtiin VYP:ien laboratorioissa, ilmeni kontaminaatiota. Nämä ongelmat vähenivät huomattavasti 1984, kun pakastetut näytteet lähetettiin suoraan tutkimuslaboratorioon käsiteltäviksi. Sen lisäksi, että tämä kokemus tähdentää varovaisuutta erityisesti elohopeakontaminaation välttämiseksi, se kuvaa yleisemmin sitä, että tehokas laadunvalvonta tulee yhä tärkeämmäksi, kun analyyttistä työtä siirretään lisää VYP:ien tehtäväksi.

Arviointiryhmä on ymmärtänyt, että järven kalkituksen vaikutuksia elohopeatasoon arvioidaan jatkotutkimuksin ja että tehokaluksusta järvien elohopeapitoisuuksien alentamiseksi tullaan soveltamaan laajemmassa

mitassa yhteistyössä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kanssa. Näiden toimenpiteiden seuranta on selvästi tärkeä päätösvaihe hyvin menestykselliselle soveltavalle tutkimukselle.

Tämä hyvin erinomainen projekti tarjoaa yleisemmänkin opetuksen. Ensinnäkin, kun julkinen ja poliittinen mielenkiinto voidaan kohdistaa tiettyyn ympäristökysymykseen, on mahdollista kehittää selvä ja täydellinen suunnitelma, jolla on saavutettavissa olevat tavoitteet, ja määritellä - tässä tapauksessa hankkia - riittävät voimavarat näiden tavoitteiden saavuttamiseksi. Kaikkia ympäristöongelmia ei tietenkään voida pelkistää selviksi erityisiksi tavoitteiksi, mutta kun niin voidaan tehdä, tutkimuksen laatu ja tehokkuus voivat hyötyä.

Toinen opetus on, että vaikkakin tutkimuksen rajausta tulisi tehdä niin selvästi kuin mahdollista, jokaisella tärkeällä ympäristöongelmalla on yhteyksiä ja seurauksia sen varsinaisen alueen ulkopuolella, yksinkertaisesti koska ympäristö on dynaamisesti toimiva kokonaisuus. Oikein keskittyneen projektin menestys ei perustu siihen, että se sulkee pois ulkopuoliset ja yhteen liittävät tekijät, vaan käsittelee niitä kuten on tarkoituksenmukaista pääteeman kannalta. Elohopeaprojektissa monimuuttujaregressioanalyysiä käytettiin harkitusti etsittäessä yhteyksiä elohopean ja vesiekosysteemin muiden ympäristötekijöiden välillä. Johtopäätökset niiden vaikutuksesta elohopeaan tuntuvat hyvin perustelluilta asiantuntijalausuntojen mukaan; tutkimus vahvistui enemmän kuin heikkeni riittävän varovaisuuden ansiosta silloin, kun tulokset eivät olleet vakuuttavia, kuten esimerkiksi seleenin vaikutuksen ollessa kyseessä.

Kolmas opetus on, että tiiviisti toteutettu, hyvin keskittynyt tutkimus kuten tämä ei voi edetä yksin tai onnistua, ellei sillä ole taustana ja ellei se ole osa jatkuvaa laajempaa toimintaa - tässä tapauksessa VYL:a. Vaikka useita tutkimusyksiköjä oli osallisena - yliopistoja ja muita - yhteydet, luotettavuus ja varmuus jatkuvuudesta johtuivat siitä, että se oli VYL:n projekti. Tieteellistä sekä hallinnollista ja taloudellista tukea antavan "holhoojan" (tutkimuslaitoksen) tarve täytyy pitää mielessä, kun harkitaan tulisiko tämänkaltaisten erityisprojektien käyttöä lisätä, ja sitä on mietittävä myös yleisenä käytäntönä kun ulkopuolisia laitoksia käytetään sopimusprojekteissa.

### 3.5.3 Vesistöjen hajakuormitus

Hajakuormituksen vesistöissä aiheuttamien ongelmien merkitys on kasvamassa Suomessa kuten myös muissa kehittyneissä maissa. Osaksi tämä muutos on suhteellista, koska kuormitus tärkeimmistä yksittäisistä päästölähteistä on pienentynyt; mutta osasyynä on se, että hajallaan olevien toimintojen, kuten maa- ja metsätalouden, liikenteen ja jopa virkistystoiminnan

teollistuminen ja nykyaikaistuminen ovat johtaneet päästöjen todelliseen lisääntymiseen.

Toimenpiteet hajakuormituksen vähentämiseksi sekä myös toimenpiteiden kehittämisessä vaadittavat tutkimukset ovat usein hyvin erityyppisiä kuin ne, joita tarvitaan pistekuormituksen käsittelyssä. Myös hajakuormituksen vaikutukset ekosysteemeihin voivat olla aivan erilaiset. Suomessa ensimmäiset hajakuormituksen vaikutusten tutkimukset on tehty pienten valuma-alueiden veden laadun seurannan ja metsien hyväksikäytön vaikutusten selvittelyn yhteydessä kansainvälisen hydrologisen vuosikymmenen (IHD) 1965 - 74 ohjelman "The Influence of Man on the Hydrological Regime" osana. Tämä työ, sekä vuonna 1980 aiheesta Suomessa järjestetty IAHS:n (International Association of Hydrological Sciences) symposium, joka kiinnitti maailmanlaajuisia huomiota näiden ongelmien tutkimuksen edistymiseen, antoivat taustan ja tavoitteet maa- ja metsätalouden, turvetuotannon ja kaupungistumisen vaikutustutkimusten jatkamiselle Suomessa. VYHA on ollut johtava laitos näissä tutkimuksissa.

Hajakuormitusta koskevan tutkimuksen ja vesiensuojelutoimenpiteiden todellinen ongelma on, että nettokuormituksen mittaaminen tai kokonaiskuormituksen tarkka arviointi on hyvin vaikeaa. Pistemäiset mittaukset ovat harvoin edustavia, ellei niitä voida tukea yksityiskohtaisilla tiedoilla paikallisista ja alueellisista prosesseista ja niiden ajallisesta ja paikallisesta vaihtelusta. Suora, riittävän yksityiskohtaisen tiedon keräys, jolla saataisiin tilastollisesti edustava arvio alueellisesta pilaantumisesta, olisi liian kallista, paitsi ehkä kaupunkialueilla. Suomessa, kuten muissakin maissa, on tehty hajanaisia, karkeita arvioita eri aineiden massatasapainoista valituissa vesistöalueiden osissa. Tällaiset arviot ovat erittäin epävarmoja, koska eräät tärkeimmät päästöt ympäristöön, erityisesti pohjaveteen, tunnetaan varsin huonosti. Ihmisen eri puolille maata sijoittuvien toimintojen ja ainakin osaksi hajakuormituksen aiheuttamien ympäristömuutosten välisestä yhteydestä tiedetään siten hyvin vähän.

Arviointiryhmä on mielenkiinnolla havainnut, että VYL on omaksunut realistisen lähestymistavan tähän ongelmaan. Ryhmästä tuntuu, että on ollut viisasta valita muutamia alueita intensiiviseen tutkimukseen, jotta saadaan perusta tehokkaamman näytteenottostrategian suunnittelulle niille alueille, joilla pilaantumisen uhka on suurin. Mutta vie vielä pitkään, ennen kuin nykyisellä, jokseenkin suppealla mutta tieteellisesti tehokkaalla tutkimuksella saadaan vastaavaa, edustavaa informaatiota monien erilaisten aineiden hajallaan olevista päästölähteistä ja siitä seuraavasta ympäristökuormituksesta. NURMES-projekti, sellaisena kuin se ryhmälle kuvattiin, näyttää olevan pitkäaikainen, monia ilmiöitä tutkiva hanke, jollaista tarvitaan, kun tutkitaan erilaisten metsätaloustoimenpiteiden seurauksia. Sellaiset tutkimukset pitää tehdä kentällä riittävässä mittakaavassa, jotta niistä saatavat



tulokset olisivat merkitseviä ympäristön kannalta tarkastellen, ja erillään taloudellisista ja teknologisista tavoitteista. Tärkeintä on, että ympäristönäkökohdat ovat olennainen osa näissä tutkimuksissa jo suunnitteluvaiheessa. Huolimatta hallinnollisista ja rahoituksellisista ongelmista, jotka ovat ymmärrettäviä tällaisissa yhteistyötutkimuksissa, VYHA:n tulisi varmistaa, että elinkeinoelämän tai luonnonvarojen kehitystä koskevissa tutkimuksissa on ympäristöntutkimuksella riittävä osuus. Ryhmä toivoo, että NURMES-tutkimuksen ja muiden samanlaisten hankkeiden jatkamiseen löytyy mahdollisuuksia.

Arviointiryhmän tältä osa-alueelta tarkastelemien tutkimusten tieteellinen taso oli hyvä, kun jokaista katsottiin erikseen. Ryhmästä näytti kuitenkin siltä, että ei ole olemassa kattavaa tieteellistä suunnitelmaa, joka voisi nivoa yhteen yksittäiset tutkimukset ja tehdä ne kollektiivisesti vahvemmiksi ja joka myös auttaisi tutkimuksen koordinointia tällä ympäristöntutkimuksen alueella, jolla on suuri merkitys Suomelle.

Hajakuormitustutkimuksia koskeva laaja tieteellinen suunnitelma pitäisi laatia kiireellisesti. Suunnitelma tulee rakentaa nykyisen työn pohjalle, johon tulevat tutkimukset voidaan sovittaa. Suunnitelman avulla voidaan arvioida, kuinka paljon resursseja ja asiantuntemusta on käytettävissä ja kuinka paljon tälle osa-alueelle tulee panostaa suhteessa kaikkiin muihin tärkeisiin osa-alueisiin. Tässä suunnitelmassa tulee kiinnittää huomiota tärkeisiin nykyisiin ja myös tuleviin kuormittaviin aineisiin ja siihen pitäisi sisällyttää tutkimus, joka käsittelee näiden aineiden leviämistä ja kulkeutumista sekä vaikutuksia maassa, vedessä ja ilmassa.

Edellä tarkoitetun tieteellisen tutkimussuunnitelman laadinnassa pitää tietysti ottaa huomioon muissa maissa tehtävä alan tutkimus. Silti on monia tekijöitä, jotka ovat tärkeitä nimenomaan Suomen ohjelmassa:

- Suomelle on ominaista metsätaloustoimenpiteiden ja turvetuotannon aiheuttaman kuormituksen vaikutusten yhdistelmä. Koska näistä lähteistä tulevaa alueellista pilaantumista ei ole muissa maissa juuri tutkittu, VYL:lla on mahdollisuus ottaa kansainvälisesti johtava rooli tällä alueella. Nykyiset tutkimukset avohakkuun ja kuivatuksen vaikutuksista ja ammoniumin vapautumisesta ojiteuilta soilta osoittavat alueen, jossa uudella tietämyksellä voi olla laajaa ympäristönsuojellusta merkitystä.
- Päinvastoin kuin monissa muissa läntisissä maissa, Suomessa maataloudessa käytettävien väkilannoitteiden käyttö on jälleen kasvamassa. Tämän kehityksen vaikutukset ympäristössä tulisi selvittää välittömästi. On huomattava, että mitatut typpi- ja fosforikuormat tutkimusalueilla korreloivat hyvin peltomaan muutosten ja lannoitteiden



käytön kanssa. Ravinteiden huuhtoutumisen ja niiden kulkeutumisen mallintaminen ei kuitenkaan ole vielä ollut menestyksestä.

- Monet Suomen järvistä ovat pieniä ja matalia, niiden viipymä on lyhyt ja täyskierto tapahtuu vuosittain. Verrattuna useimpiin teollistuneissa maissa tutkittuihin järviin Suomen järvissä on suuri mahdollisuus ionien ja aineiden vaihtoon sedimentin ja veden välillä, eli ns. sisäinen kuormitus voi olla merkittävää. Suomen oloissa on tärkeä tutkia hajakuormituksen, sisäisen kuormituksen ja ainetaseiden välistä suhdetta sekä vedessä että paljon humusta sisältävissä sedimenteissä. Tutkimusta tarvitaan myös vesiensuojelutoimenpiteiden suunnittelussa ja toteuttamisessa.
- Hajakuormituslähteistä peräisin olevien typen ja fosforin sekä myös muiden aineiden erilaisten pitoisuuksien vaikutuksia toisaalta rehevöitymisprosessiin ja toisaalta minimiravinnekysymykseen pitää selvittää sekä sisä- että rannikkovesissä. Tällä hetkellä käynnissä oleva tutkimus kiintoaineeseen sitoutuneen fosforin käyttökelpoisuudesta leville on arvokas esimerkki tutkimusongelmasta, joka voi johtaa tärkeisiin johtopäätöksiin ympäristövaikutusten arvioinnissa.
- VYHA:ssa valmisteltava tutkimussuunnitelma voi ottaa huomioon myös muissa Suomen tutkimuslaitoksissa tehtävät tämän alan tutkimukset. Näin saataisiin koottua suomalainen ympäristönhoidon tietous ja asiantuntemus. Esimerkiksi teknillisen tutkimustoimiston kaatopaikka- ja jätevesilietetutkimukset sekä tutkimukset erilaisten viljelymenetelmien vaikutuksesta eroosioon ja Merentutkimuslaitoksen tutkimukset aineiden biokemiallisesta kierrosta kuuluvat kiinteästi hajakuormitusproblematiikkaan.
- Hajakuormituksen eri puolia koskevan tutkimuksen suunnitelma pitää tehdä siten, että suomalaiset tutkimukset ilman pilaantumisesta voidaan käyttää hyväksi. Suunnitelman päämääränä pitää olla myös 1) veden laadun seurannan tehokkuuden parantaminen ja sen kustannusten vähentäminen sekä 2) tiedon tuottaminen veden laadun mallintamista ja ihmisen aiheuttamien tai luonnollisten muutosten ympäristövaikutusten ennustamista varten.

VYL:n tutkijoiden yhteistyö korkeakoulujen, Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen, Maatalouden tutkimuskeskuksen ja Merentutkimuslaitoksen kanssa näyttää olevan hyvä. Arviointiryhmästä oli myös mieluisaa kuulla, että VYL:n tutkijat ja VYP:ien henkilökunta ovat osana työtään luoneet systemaattiset yhteydet maataloustutkijoihin, maa- ja metsätalouseläällä työskenteleviin sekä eräisiin kuntiin. Tietoa ja keskustelua hajakuormituksesta tulee levittää laajalle.

Tämä on erittäin tärkeä, joskin vaikea eikä tieteellisesti niin näyttävä osa VYHA:n ohjelmasta.

### 3.5.4 Pohjavesi- ja maavesitutkimukset

Maavesiä ja pohjavesien alueellisia ilmiöitä koskevia kommentteja ei erotella tässä yhteydessä. Huolimatta maavesien välittömästä merkityksestä maa- ja metsätaloudelle, pohjavesivarojen kasvavasta merkityksestä elinkeinoelämälle ja kunnille sekä näiden vesien keskeisestä osuudesta hydrologisessa kierrossa on näiden aiheiden tieteellinen tutkimus ollut Suomessa melko vähäistä. Suomessa on toistaiseksi ollut onneksi vain muutamia vakavia pohjavesiin liittyviä ongelmia. Kaupungistumisen ja teollistumisen jatkuminen mahdollisesti kasvavine saastekuormituksineen lisää kuitenkin pohjavesiin kohdistuvia vaatimuksia ja ihmistoimintojen näiden vesien laadulle aiheuttamien vahinkojen riskiä. Nämä muutokset sekä vesi- ja ympäristöhallinnon nykyinen laajempi vastuu ympäristöstä edellyttävät saatavissa olevan tiedon ja nykyisen tutkimuksen riittävyyden arviointia tulevaisuutta silmälläpitäen.

Arviointiryhmän saaman käsityksen mukaan VYP:ien tukeman VYL:n pohjavesitutkimuksen päätavoitteita on neljä:

- mitata pohjaveden korkeuden kausittaista, vuosittaista ja pitkän jakson vaihtelua tehokkaassa käytössä olevilla pohjavesialueilla
- seurata pohjaveden laatua ja selvittää sen riippuvuutta kallioperän litologiasta, valunnasta ja ihmistoiminnoista alueilla, joiden arvioidaan olevan saastelähteitä tulevaisuudessa (esimerkiksi kaatopaikat)
- kehittää malleja, jotka kuvaavat muutoksia pohjaveden käyttäytymisessä tai laadussa erilaisissa paikallisissa tai alueellisissa ilmasto- ja maankäyttöoloissa
- tutkia ja kehittää käyttökelpoisia menetelmiä, joilla voidaan parantaa pohjaveden laatua kotitalouksien ja elinkeinoelämän käyttöä varten.

Pohjavesivarojen tietokanta on varsin hyvä. Pohjaveden korkeuden perushavaintoverkko muodostuu 540 havaintopisteestä. Ne sijaitsevat alueilla, joilla pohjaveden ominaispiirteitä määräävät jääkauden kerrostumat, kallioperä sekä joki- ja rannikkomateriaalit. Valituissa tutkimuskohteissa sijaitsevat 44 lysimetriä tuottavat yksityiskohtaista tietoa pohjaveden muodostumisesta. Joka vuosi Suomessa porataan noin 3 000 - 4 000 kaivoa kallioperään. Useimmissa näistä on testattu raudan ja mangaanin huuhtoutumista, jotka ovat käytön kannalta hankalimpia yhdisteitä. Mittausohjelma on siis laaja. Raportoitua tietoa, mukaan lukien myös valumaveden vesikemialli-

set analyysit samoilta alueilta, kertyy yhä lisääntyviä määriä. Tämä tieto on hyödyllistä paikallisia käytännön tarpeita varten ja luo pohjan pohjavesien käytön hyvälle suunnittelulle Suomessa.

Tietoa ei kuitenkaan ole riittävästi, eikä se ole jakautunut niin, että se antaisi koko maata kattavan yleiskuvan; sinänsä viisaasti tietoja ei ole yritettykään yleistää.

Verrattuna VYL:n muihin seuranta- ja tutkimusohjelmiin pohjavesihavainnot ja -tutkimukset kohdistuvat pienen mittakaavan prosesseihin. Dynaamiset pohjavesimallit on sopeutettu tähän mittakaavaan. Tämä mittakaava-asia samoin kuin pohjavesitietojen edustavuus on syytä pitää mielessä sovellettaessa pohjavesitietoja hydrologisiin ja veden laadun malleihin pienillä valuma-alueilla tai alueellisesti. Arviointiryhmän mielestä VYL:n harvat tutkimukset tällä alueella ovat, vaikkakin lupaavia, kuitenkin melko perinteisiä. Tulevissa tutkimuksissa kannattaa ottaa tarkasti huomioon samoja aiheita koskevat johtavat, tieteellisessä kirjallisuudessa raportoidut tutkimukset muualla.

Raudan ja mangaanin poistoa pohjavesistä on tutkittu hitaalla hiekkasuodatuksella optimaalisten olojen löytämiseksi näiden yhdisteiden kemialliselle ja biologiselle saostumiselle. Tällaisissa käytännön ongelmissa VYHA voi koota yhteen teknisen ja tieteellisen osaamisen parempien menetelmien löytämiseksi. Työ on hyödyllistä. Arviointiryhmästä näyttää kuitenkin siltä, että VYL:n yksiköissä saattaa olla liian suuri jakautuminen "soveltavaan" ja "tieteelliseen" lähestymistapaan joissakin toiminnoissa. Esimerkiksi edellä olevassa tapauksessa saattaisi pätevä entsyymbiologi tuoda uusia taitoja, jotka eivät kuitenkaan millään tavoin korvaisi nykyisten tutkijoiden taitoja. Hän voisi käyttää tätä erinomaista koetta saadakseen pohjavesiprosesseista perustietoutta, jolla olisi laajat sovellukset. Näin voitaisiin myös saavuttaa tuloksia, jotka voisivat johtaa optimaaliseen suunnitteluun nopeammin ja halvemmin kuin nykyinen "rakenna ja kokeile" -menettely.

VYL:n tulevien pohjavesitutkimusten suunnittelussa tulisi ottaa huomioon paitsi kotimaiset muutokset - kuten lannoitteiden lisääntynyt käyttö, muuttuvat metsätaloustoimet, lisääntyvä teollistuminen sekä kaupungistuminen saasteongelmineen - myös mahdolliset kansainväliset ja maailmanlaajuiset muutokset. Äskeittäinen Tshernobylin tapaus oli muistutus siitä, että kaukaisellakin tapahtumalla voi olla laaja vaikutus Suomen pohjavesien laatuun - vaikutus, joka voi olla pitkäaikaisempi kuin pintavesissä. Koska suuressa osassa Suomea on alhainen hydrostaattinen gradientti, ja lisäksi liukeneva kallioperä ja sedimentti puuttuvat - puute, jonka takia Suomen vedet ovat erityisen puhtaita mutta myös vailla kemiallisia puskureita - voivat pohjavedet saastuessaan jäädä likaantuneiksi pitkäksi aikaa. On tärkeää tehdä tutkimuksia, jotka auttavat ymmärtämään kuinka Suomen pohjavesiin vaikut-

tavat sellaiset laaja-alaiset ilmiöt kuin happosateet, ilmaston muutokset ja meren pinnan muutokset.

### 3.5.5 Järvien biologiset tutkimukset

VYHA:n nykyisin toteuttama biologinen tutkimusohjelma rakentuu 25 vuotta sitten aloitettuihin valittujen järvien tutkimuksiin, joilla selvitettiin systemaattisesti kasviplanktonin määrää ja rakennetta. Nykyinen ohjelma käsittää 29 suurehkon järven tutkimusasemaa, joilla näytteitä otetaan rutiininomaisesti neljä kertaa vuodessa ja näytteistä tutkitaan kasviplankton, klorofylli, kloorifenolit ja kloorihiilivedyt. Aineistoa on kertynyt suuri määrä. Rohkaisevaa oli huomata, että yhteenveto Suomen järvien hydrologiasta ja orgaanisesta kemiasta on tekeillä.<sup>1</sup>

Tähän vaikuttavaan, mutta melko perinteiseen tietopohjaan nojautuen VYL:n biologinen ryhmä on innostuneesti lähtenyt sellaiseen tutkimukseen, joka soveltaa biologisia menetelmiä rehevöitymisen, vesiensuojelun ja ilmastomuutosten pääongelmiin Suomessa. Näistä ovat lupaavia perifytonin rutiinimittaus alkavasta eutrofiasta varoittamiseksi, standardoidun simpukkatestin käyttö akkumuloituvien orgaanisten ja epäorgaanisten epäpuhtauksien nettomuutosten indikaattorina sekä pohjaeläinyhteisöjen tutkiminen järvissä, joissa ja rannikkovesissä veden laadun muutosten havaitsemiseksi. Näiden aiheiden tutkimukset vaativat huomattavasti resursseja ja jatkuvaa, usean vuoden ohjelmaa, koska varmennettuja tuloksia, joita voidaan soveltaa käytännössä, ei voida odottaa nopeasti; mutta ne ovat hyvin tärkeitä. Biologiset menetelmät tarjoavat lupaavimman keinon saada tietoja vesistön ympäristöllisestä tilasta ja vesiensuojelutoimien tehokkuudesta (kohta 3.5.1.4). Varsinkin järvissä, joissa alueelliset erot ja hydrodynamiikka erityisesti vaikeuttavat edustavaa ympäristömittausta, biologiset vaikutukset näyttävät lupaavimmilta hankittaessa luotettavinta tietoa ympäristön yleistilasta.

Seuraavana vaiheena tulisi tehdä työsuunnitelma, joka antaisi mahdollisuuden siirtää osa nykyisin järviseurantaan kohdennetuista resursseista vertailukelpoisten biologisten testien edelleen kehittämiseen erityisten ympäristömuutosten kuvaajiksi ja joka parantaisi ekologisten simulointimallien käyttöä veden laadun ennustamiseen; tämä kaikki tulisi toteuttaa vähentämättä järvien seurantatiedon jatkuvan täydentymisen arvoa. Olisi ehkä suotavaa vähentää niiden järvien lukumäärää, joissa toteutetaan monipuolisia kasviplanktonitutkimuksia ja tehdä sellaisilla valituilla järvillä, joilla jo on paljon korkealaatuista aineistoa, yksityiskohtaisempia ja tiheämpiä a-klorofylli-, metalli- ja relevanttien orgaanisten yhdisteiden mittauksia.

---

<sup>1</sup> Suomentajan huomautus: Orgaanisen kemian osalta tässä lienee kyseessä väärinkäsitys.

Päijänteen kokeellisen mallin tapaisten ekologisten simulointimallien kehittämisessä tulisi testata järvisysteemin herkkyyttä erilaisiin epäorgaanisiin ja orgaanisiin muutoksiin. Tämä helpottaa mitattavien tärkeimpien fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten muuttujien identifioimista (kohta 3.5.8).

Suomen järvien trofia-asteen ilmentäjien ja kriteereiden tunnistamiseksi tehty tutkimus on hyvin kehittynyttä ja siitä on odotettavissa käytännöllinen väline järvi- ja jokivesistöjen optimimaaliseen suojeluun ja käyttöön. Näyttäisi siltä, että tutkimuksiin tulisi sisällyttää selvityksiä eri aineiden ja sedimentaatiolojen vaikutuksista leväyhteisöjen koostumukseen. Kehitetyn luokitusjärjestelmän tulisi sisältää "luonnollisten" järvien ohella myös järvet, joiden tuotanto on lisääntyneestä happamuudesta johtuen alhainen ja järvet, joissa asutus- ja teollisuusjätevedet ovat aiheuttaneet muutoksia.

Eräänä tärkeänä osana järvien biologista tutkimusohjelmaa tulee olla sellaisten testien ja mittausten kehittäminen, joita voidaan soveltaa käytännössä. Nykyiset järvien käyttäytymismallit ovat - arviointiryhmän mielestä - liian monimutkaisia laajempaan toiminnalliseen ja suunnittelukäyttöön. Yhä pitemmälle kehittynyttä lähestymistapaa tarvittaneen asetettaessa ja puolusteltaessa vedenlaatustandardeja. Samanaikaisesti näyttää olevan tarvetta harkita yhteydenpidon kynnyksen alentamista VYL:n ja veden laadun virallisten standardien määrittämisestä vastuussa olevien viranomaisien välillä. Viranomaisia voisi auttaa, niiden asettaessa vaadittavia veden laadun päämääriä, jos VYL selostaessaan veden laatua käyttäisi helpommin ymmärrettäviä termejä ja kansanomaisempaa kieltä. Yksinkertaiset biologiset testit, kuten standardisoitu simpukkatesti myrkyllisyyden toteamiseen, lupaavat luotettavaa tietoa ympäristön laadusta. Kun niiden antama tulos kuitenkin syntyy kaikista lähteistä tulevien myrkkujen yhteisvaikutuksesta, niiden käyttö hallinnon apuvälineenä on rajallista, koska hallinnon tulee tunnistaa ja säädellä kulloinkin tiettyä teollisuusprosessia tai likaaajaa. On ilmeistä, että vielä jonkin aikaa erityisen pistekuormituksen säätely ja valvonta tulevat riippumaan kemiallisista analyysistä ja jätevesinäytteistä tehtävistä biologisista testeistä, mikä voi olla riittävää tai sitten riittämätöntä suojeltaessa järviympäristöä. Samanaikaisesti järvien tilaa ja pistemäisen sekä hajakuormituksen aiheuttamia todennäköisiä veden laadun trendejä voidaan ehkä parhaiten kuvata biologisella seurannalla ja yhä monimutkaisemmillä ekologisilla malleilla, jotka kyllä voivat indikoida jonkin tietyn likaaajan tai vesiensuojelutoimen vaikutuksia, mutta jotka harvoin voivat varmentaa niitä. Tulevan tutkimuksen tehtävänä tässä asiassa on tuoda nämä kaksi näkökulmaa vesiensuojelussa lähemmäksi toisiaan.

Järvien biologisen tutkimuksen ohjelma tulisi kytkeä

läheisesti järvien syvyyskartoitukseen (kohta 3.6) ja ilmalevintäisen likaantumisen, kuten HAPRO-ohjelman mukaisiin tutkimuksiin (kohta 3.5.2).

Suomalainen pohjoisten järvien biologisten muuttujien tutkimus ja biologisten testien käyttö järvien tilan indikaattorina näyttää eräillä tutkimuksen aloilla olevan ainutkertaista ja johtavaa maailmassa. Arviointiryhmästä näyttää siltä, että eräillä tutkimuksen aloilla tehdään hyvää työtä olematta yhteydessä muualla tehtävään vastaavaan työhön. Vastaavasti voi olla totta, ettei suomalainen tutkimus ole muissa maissa niin hyvin tunnettua kuin sen pitäisi olla; jos se olisi laajemmin tunnettua, se hyödyttäisi muita ja heidän kokemuksensa vastavuoroisesti hyödyttäisivät Suomea. Molemmissa tapauksissa tämän alan työlle Suomessa olisi hyötyä aktiivisemmasta kansainvälisestä esillesaattamisesta ja tietojen vaihdosta; ja arviointiryhmä ehdottaakin, että kiinnitettäisiin enemmän huomiota tutkimustulosten julkaisemiseen kansainvälisissä julkaisuissa.

### 3.5.6 Mikrobiologia

Vesimikrobiologia kuuluu niihin erittäin tärkeisiin ympäristöä koskeviin tutkimusaloihin, joilla VYHA:ssa ja sen edeltäjissä on merkittävä historia, mutta jotka nyt hallinnon tehtäväkentän laajettua saavat uutta merkitystä. Alan tutkimus on vuodesta 1975 alkaen koonnut yhteisiin ohjelmiin mikrobiologiset kohteet, jotka käsittelevät terveys-, eläinlääkintä- ja ympäristökysymyksiä; yhteistyötä on ollut erityisesti Helsingin yliopiston mikrobiologian laitoksen kanssa. Tutkimus on perinteisesti suunnattu käytännön ongelmiin, jotka koskevat hygieniää, tautien valvontaa ja jäteveden käsittelyprosesseja. Vesihallinnon tieteilisen neuvottelukunnan asettama vesimikrobiologian standardisointityöryhmä<sup>1</sup>, jonka sihteeristö on VYL:sta, on koordinoanut toimintaa.

Tietoisuus mikrobiologian soveltamismahdollisuuksista on viime aikoina tuonut esille tarpeen laajentaa alan tutkimusta ympäristön prosesseihin, niiden olosuhteiden selvittämiseen, jotka edesauttavat tai säätelevät myrkyllisiä leväkukintoja, ja tutkimuksiin uuden saniteettitekniikan käyttökelpoisuudesta. Nämä ovat ympäristöntutkimuksen alueita, joihin VYL:n vakiintuneet tutkimusedellytykset eivät riitä ja joihin muilta mikrobiologisilta laitoksilta puuttuu ympäristönäkökulma. Arviointiryhmä löysi monia alueita, joilla nykyisen mikrobiologisen ohjelman pohjalta voitaisiin vastata Suomessa esiin tulleisiin kiireellisiin tarpeisiin, mutta joihin ohjelma ei todennäköisesti pysty vastaamaan nykyisellä henkilöstöllä ja voimavaroilla.

---

<sup>1</sup> Suomentajan huomautus: Nykyään vesi- ja ympäristöhallituksen mikrobiologian työryhmä.

Arviointityön aikana tunnistettuja esimerkkejä aiheista, joilla mikrobiologinen tutkimus voi merkittävästi vaikuttaa ilmaantuviin tai vaikeutuviin ympäristö- ja terveysongelmiin Suomessa ovat

- tekijät, jotka aiheuttavat merkittävää päivittäistä myrkyllisyyden vaihtelua järvien ja rannikkovesien leväkukinnoissa
- piste- ja hajakuormituksen mikrobiologiset kysymykset (kohta 3.5.3) sekä haja-asutuksen ja karjatalouden hygieeniset ongelmat (erityisesti laajenevat toiminnot, kuten kettutarhaus)
- herkät varoitusjärjestelmät, joilla voidaan havaita kalankasvatuksesta aiheutuva vesien ulostesaastutus
- ikääntyviin kunnallisiin viemäröintijärjestelmiin liittyvät ongelmat ja erilaisia käsittelymenetelmiä käyttävien uusien puhdistamoiden yhteensopivuus vanhojen järjestelmien kanssa laajenevilla taajama-alueilla
- sellaista ympäristön kannalta sopivien mikrobien etsiminen, joiden avulla voidaan optimoida aktiivilieteprosessia sellutehtaiden jätevesien käsittelyssä
- ympäristötekijät, jotka säätelevät tiettyjen sinilevien kaloihin aiheuttamaa haju- ja pilaantumishaittaa
- mikrobien merkitys ympäristön vahingoittumisessa ja mikrobeihin kohdistuva "saasteshokki" kevään sulamisvesien kuljettaessa ilman kautta talven aikana kulkeutuneet saasteet maaperään ja vesistöihin
- saastumisen valvonnan, vedenhankinnan ja asutuksen hygienian ongelmat Lapissa, jossa mikrobien ominaisuudet ovat poikkeavat kylmyyden, roudan ja lyhyen kasvukauden vuoksi.

Yllä olevat esimerkit osoittavat laajan joukon aiheita, joissa mikrobiologisella tutkimuksella on välitöntä merkitystä käytännön ongelmien ratkaisemisessa. Lisäksi on muita alueita, joissa mikrobiologian potentiaalinen merkitys on suuri, mutta joissa Suomessa näyttää toistaiseksi olleen vähän tieteellistä tutkimusta, esimerkiksi: metsämaan mikrobiologia ja istutusten vaikutukset; lannoitteiden ja torjunta-aineiden vaikutus mikrobeihin tyypillisessä suomalaisessa maatalousmaassa; mikrobien kyky mukautua kasvilisäusvyöhykkeiden muuttumiseen nopeiden ilmastonmuutosten aikana. Kuten tutkijat selittivät arviointiryhmälle, "Suomi tarjoaa valtavat mahdollisuudet mikrobiologiselle tutkimukselle."

VYHA:lla on VYL:n kautta ja vesi- ja ympäristöpiirien

analyttisten välineiden tuella hyvät edellytykset mikrobiologiseen tutkimukseen ja hyvä yhteyksien verkko lähialueiden laitoksiin. Nykyinen suppea, mutta tieteellisesti pätevä ohjelma tarjoaa hyvän pohjan kehittää voimakkaampaa kansallista toimintaa tällä tärkeällä alalla. Nykyisestä työstä rahoitetaan paljon ulkopuolisin varoin ja yhteishankkeina muiden laitosten kanssa; näin on hyvä, mutta paremmat taloudelliset ja henkilöresurssit VYL:ssä ovat välttämättömiä jatkuvuuden ja johdon turvaamiseksi ja jotta yhteistyötä voitaisiin täysin käyttää hyödyksi (kohta 2.4.1).

Terveys-, eläinlääkintä-, maatalous-, kalatalous- ja ympäristöviranomaisten tulisi yhdessä yliopistojen kanssa selvittää mikrobiologisen tutkimuksen tulevaisuuden tarpeet ja painotukset. Tällainen yhteinen suunnitelma on tarpeen, jotta muuttuvat tieteelliset ja tekniset vaatimukset ja kehitys voidaan ottaa huomioon johdonmukaisesti, ja että eri virastojen investoinnit ja tutkimusohjelmat voidaan koordinoita. VYHA ja VYH:n mikrobiologian työryhmä ovat loogisia aloitteen tekijöitä tässä asiassa.

VYHA:lla on myös vastuuta tieteellisestä tuesta mikrobiologiassa, mikä lisää tieteellisen työn määrää ja vaikuttaa keskeisesti sen tutkimusohjelmaan. Rutinomaaisia mikrobiologisia mittauksia, jotka koskevat terveyttä, teknologiaa ja maataloutta, tehdään lisääntyvässä määrin paikallisissa laitoksissa. VYL:lla on velvollisuus ohjata tieteellisesti vesi- ja ympäristöpiirejä ja julkisen valvonnan alaisia laboratorioita ja ongelmien ilmaannuttua tehdä tarkastuksia. Arviointiryhmä kuuli kiinnostuksella ja tyytyväisyydellä selostuksen vesi- ja ympäristöpiirien henkilökunnan mikrobiologian asiantuntemuksen ja tiedon ajanmukaisuuden parantamiseksi järjestetystä koulutusohjelmasta, mikrobiologisen näytteenoton kehittämisestä ISO-standardien pohjalta sekä suunnitelmista tuottaa käsikirja, jotta vesi- ja ympäristöpiirien mikrobiologisten ongelmien käsittely tehostuisi. Tämä "tukitoiminta" on erittäin tärkeätä ja sitä pitäisi edelleen edistää. Toisaalta arviointiryhmä sai tietää, ettei VYL eivätkä vesi- ja ympäristöpiirit pysty suoriutumaan valvonnan ja seurannan tarvitsemista analyysistä. Ryhmälle kerrottiin, että koska VYL ei pysty tekemään analyysijä ajoissa, joudutaan kuormituksen valvonnassa nykyään toisinaan turvautumaan kaupallisiin palveluihin (osittain metsäteollisuuden laboratorioissa, mikä tekee ristiriidan mahdolliseksi) tai (ilmeisen yleisesti) selviytymään ilman mittauksia. Tämä on ilmeisesti johtanut siihen, että valvonnassa on jouduttu tekemään päätöksiä ilman mittauksien antamaa tukea näytteiden odottaessa mittauksia, joita viivästyttävät sellaisten näytteiden analysointi, jotka jo ovat myöhässä ja siksi hyödyttömiä. Tämä analyysikapasiteetin ylikuormittuminen voi vakavasti haitata Suomeen luodun kiitoksen ansaitsevan tarkastus- ja valvontajärjestelmän tehokkuutta (ks. myös kohtia 2.4.3 ja 4.2.2).



Arviointiryhmän käsityksen mukaan olisi edullista sekä suomalaisille tutkijoille että niille, joiden täytyy suunnitella ja myöntää resursseja tälle alueelle, joka epäilemättä on entistä tärkeämpi lähitulevaisuudessa, että Suomen mikrobiologiset ongelmat ja haasteet sekä tähän mennessä toteutetut ympäristömikrobiologian tutkimukset esitettäisiin kansainväliselle tiede- ja ammattiyhteisölle tarkasteltavaksi ja arvioitavaksi. Arviointiryhmä havaitsi tutkijoiden perehtyneen hyvin alansa kansainväliseen kirjallisuuteen. Mutta kenties ympäristömikrobiologian tutkijoiden vähäisestä lukumäärästä johtuen ja heihin kohdistuvasta raskaasta palvelutehtävien ja tutkimusvelvoitteiden aiheuttamasta kuormituksesta johtuen he näyttävät julkaisseen kansainvälisesti verrattain vähän huolimatta joistakin erittäin hyvistä töistä. Kenties aika on kypsä sille, että Suomi järjestää kansainvälisen työkokouksen tai symposiumin, johon muut boreaalisen ympäristön mikrobiologisten ongelmien tutkijat voisivat tuoda asiantuntemuksensa ja arviointinsa asioissa, joilla on merkitystä Suomen ongelmille ja tutkimukselle tässä tärkeässä suomalaisen mikrobiologisen tutkimuksen kehitysvaiheessa.

### 3.5.7 Vesi- ja ympäristöhallinnon matemaattiset mallit

Matemaattisia vesistömallia on käytetty Suomessa vuodesta 1975 alkaen, jolloin hydraulisten virtausmallien käyttö virtauskenttien laskentaan alkoi. Vedenlaatumallit ja erityyppiset vesistöjen suunnittelumallit ovat nykyisin tulleet yhä yleisempään käyttöön tutkimuksessa Suomessa. Matemaattisia malleja käytetään vedenkorkeusennusteiden tekemiseen, veden laadun muutosten arviointiin ja muutosten syy-yhteyksien selvittämiseen, aineiden leviämisen tutkimiseen, joen eri käyttömuotojen vaikutusten arvioimiseen, happamoitumisen vaikutusten tutkimiseen, kalakantojen kehityksen arvioimiseen ja moniin muihin tehtäviin. Mallilla tarkoitetaan tässä yhteydessä matemaattista yhteyttä kahden tai useamman muuttujan ja selitettävän suureen välillä. Mallin avulla arvioidaan, kuinka selitettävä suure muuttuu, kun alkutilanne on tiedossa tai kun mallin syöttötietoja muutetaan. Nämä mallit voivat olla hyvin yksinkertaisia tai erittäin monimutkaisia. Matemaattiset riippuvuudet perustuvat parhaaseen tietämykseen fysikaalisista ja kemiallisista prosesseista, tai toisaalta ne eivät kuvaa lainkaan todellisia prosesseja vaan perustuvat havaintojen perusteella laskettuihin empiirisiin malleihin (ns. black-box-mallit). Molempia mallityyppejä käytetään paljon Suomessa. Konseptuaalisia (käsitteellisiä) malleja käytetään tutkimuksessa, jotta luonnon prosesseista saataisiin ymmärrettävämpi kuva. Samaten malleja käytetään ennustamaan luonnonolojen tulevia muutoksia. Käytännön toimita malleilla selvitetään ihmisen toiminnan tai luonnon muutosten vaikutuksia. Empiiriset black-box-mallit ovat käytössä pääasiassa vesien säännöstelyyn, seurantaan ja käyttöön liittyvissä tehtävissä.

Matemaattisten mallien käyttö ei sinänsä ole tutkimusta, mutta se on usein välttämätön nykyaikaisen vesien- ja ympäristöntutkimuksen menetelmä. Tiettyjä luonnon olosuhteita tyydyttävästi kuvaavan mallin kehittäminen tai parantaminen voi olla tutkimuksen ensi askel, joka edellyttää paitsi mallitettavien prosessien ja riippuvuuksien hyvää teoreettista tuntemusta myös havaintoaineistojen kokoamisen ja käytön hallitsemista sekä kykyä testata mallin tuloksia todellisia luonnonolosuhteita vastaan. VYHA on kokonaisuudessaan ottanut käytännönläheisen kannan mallien kehittämiseen ja käyttöön. Useimmat VYL:ssä ja VYP:eissä käytettävät mallit ovat tavanomaisia muissa maissa paljon käytettyjä malleja, jotka on sovitettu Suomen oloihin mahdollisimman vähin muutoksin. Jotkut käytetyt kaupalliset mallit ovat melko kalliita ja muutamissa tapauksissa olisi ollut taloudellisempaa ja tehokkaampaa VYL:n tutkijoille kehittää omat ohjelmat kuin tuoda mallit ulkoa ja sovittaa ne Suomen oloihin. Omien mallien laatiminen ja soveltaminen on tuottanut muutamia hydrologisten mallien asiantuntijoita VYL:een.

Arviointiryhmä sai sen käsityksen, että suurin osa VYHA:n mallitutkimuksesta rahoitetaan ulkopuolisista lähteistä. VYL:n hydrologian toimiston tilaustyötoiminta on aikaansaanut suuren joukon malleja käyttäjien tarpeisiin, kun on tehty selvityksiä ja arvioita hydrologisista tapahtumista hydrologisen seurannan havaintoaineistojen perusteella. Ilmeni, että laajimmin käytetyt hydrologiset jokien käytön ja säännöstellyn mallit ovat muualta tuotuja ja vähin muutoksin sovellettuja. Hydrodynaamiset mallit, joiden täytyy ottaa huomioon paikalliset olosuhteet ja ympäristö, olivat suurelta osin itse tehtyjä, kuten esimerkiksi kolmidimensioiset rannikkovesien vedenlaatumallit tai virtaus- ja täyskiertomallit tietyillä järvillä. Useimmat kuvatut mallit on kehitetty tiettyjä käytännön tarpeita varten. Toisissa niistä on jouduttu varsin tavanomaisiin vaikeuksiin, sillä mallin alkuoletukset ovat olleet liian yksinkertaisia ja malli on sittemmin kasvanut monimutkaisemmaksi ja kalliimmaksi lähestyttäessä todellisten luonnonprosessien kuvaamista. Esimerkiksi malleihin, jotka kuvaavat fosforin varastoitumista mataliin järviin hapen ja hapetus-pelkistyspotentiaalin perusteella, on jouduttu myöhemmin ottamaan mukaan sedimentin, läpivirtauksen ja lämpötilavaihtelun vuorovaikutus. Tällaiset mallit voivat auttaa suuresti ympäristön käyttäytymisen ymmärtämisessä, mutta ne eivät täytä alkuperäisiä odotuksia yksinkertaisesta ja luotettavasta menetelmästä saastumisen arvioimiseksi eri tilanteissa.

Mallien sekä niiden rajoitusten ja käytön ymmärtämisen tieteellinen taso on VYL:ssä korkea. Useimmat käytössä olevista malleista ovat yksinkertaisia ja tavanomaisia; Suomen oloihin epäilemättä paremmin sopivia malleja on löydettävissä ja niitä tullaankin lähitulevaisuudessa ottamaan käyttöön. VYL:n tavoitteena ei ole ollut mallien kehittäminen sinänsä vaan niiden käyttö työvälineenä sekä tutkimuksessa että käytännön tehtä-

vissä. VYP:eillä on mallien kuvaamiskyvyn lisäämistä koskevia vaatimuksia, ja hydrologian toimisto työskenteleekin integroitujen alueellisten mallien aikaansaamiseksi; näitä malleja tarvitaan mm. vesien määrän ja laadun seurantajärjestelmien käyttökelpoisuuden ja yhtenäisyyden lisäämiseksi (kohta 3.5.1).

Suomessa käytetty reaaliaikainen hydrologinen ennustemenetelmä on korkeatasoinen ja perustuu useiden mallien onnistuneeseen yhteiskäyttöön. Se sisältää tavanomaisen hydrologisen konseptuaalisen mallin lisäksi jokimallit, ja lumi- ja valuntamallit on kalibroitu erikseen. Menetelmä pystyy käyttämään täysin hyväkseen Suomen erinomaista hydrologisten ja lumimittausasemien verkkoa. Ennustemenetelmä on onnistunut tulos teoreettisesta ja soveltavasta tutkimuksesta useilla eri aloilla yli kymmenen vuoden ajalta. Ennustesysteemi on hyvä esimerkki laajapohjaisen ympäristöntutkimuslaitoksen ylläpidon arvosta kansakunnalle. Sen tärkein rajoitus näyttää olevan kvantitatiivisten sadantaennusteiden puute.

Kaikissa ympäristömallintamisen tehokkuutta, kalibrointia ja tarkkuutta käsittelevissä raporteissa ongelmaksi koettiin havaintoaineiston riittämättömyys. Verrattuna moniin muihin maihin Suomella on hyvät hydrologiset ja veden laadun seurantajärjestelmät (kohta 3.5.1), jotka tuottavat luotettavaa havaintoaineistoa; mallintekijät pitävät kuitenkin usein tätäkin aineistoa riittämättömänä ja usein vääristä paikoista kerättynä. Mallintamisen näkökulmasta katsottuna aineiston riittämättömyys tuli esille erityisesti länsirannikolla ja kaikkialla jokivesistöissä teollisuuden likaamalla alueilla.

Huolimatta siitä, että ympäristön seurannassa toimivat pitävät malleja keinona parantaa seurannan tehokkuutta ja taloudellisuutta ja että mallintamisessa mukana olevilla on voimakkaat mielipiteet seurantamenetelmien riittäväyydestä tuottaa mallintamisen kannalta sopivaa havaintoainestoa, näyttää Suomessa olevan hämmästyttävän vähän vuorovaikutusta tai yhteistä suunnittelua seurannan ja mallintamisen välillä. Mallintajien tarpeilla näyttää olleen vähän vaikutusta havaintoohjelmien sisältöön. Arviointiryhmälle kerrottiin, että VYL:ssä on tehty alustava suunnitelma kehittää säännöllistä yhteistyötä havaintoverkkojen kehittämisen ja mallintamisen välillä, mutta mitään mainittavaa ei asiassa ole tapahtunut. Uusia seuranta- ja mallityötä koskevia ongelmia on tuonut mukanaan satelliittien kautta tuleva havaintoaineisto: tämän aineiston käyttöä varten tarvitaan useimmiten uudet menetelmät ja mallit. Edelleen ongelmana on kuinka laajentaa nykyistä hydrologisesti painottunutta seuranta- ja mallittamista ottamaan paremmin huomioon metsäekosysteemin ja rakennettujen alueiden ympäristön seurannan tarpeet. Nämä kysymykset ovat erityisen tärkeitä VYHA:n uusien ympäristöön liittyvien velvoitteiden ja ympäristötietokeskuksen perustamisen kannalta. Tässä tarvitaan sekä tutkijoiden että käytön ja seurannan yhteistyötä.

VYL:n kansainväliset yhteydet mallintamisen alalla ovat hyvät. Yhteistyö Neuvostoliiton ja Unkarin laitosten kanssa, jotka ovat erikoistuneet näille mallintamisen aloille, on ollut tärkeää Suomen vaatimattoman ohjelman näin menestykselliselle toteutumiselle. Arviointiryhmä toivoo, että olisi edelleen mahdollista jatkaa tieteellistä yhteistyötä Itä-Euroopan ja länsimaiden kanssa ja että VYL:n malliohjelma sinänsä saisi tarvitsemansa tuen jatkaakseen pientä mutta erinomaista työtään tällä ympäristötieteen tärkeällä alueella.

### 3.5.8 Jätevesien, jätteen ja kemikaalien tutkimus

Jätevesien ja kiinteiden jätteen käsittelyyn liittyvä tutkimus on tieteellistä toimintaa, jonka kasvu heijastaa - mutta on taipuvainen seuraamaan pikemmin kuin ohjaamaan - yleistä huolta ja julkisten elinten ottamaa vastuuta yhteiskunnan ei-toivottujen tuotteiden tehokkaammasta käsittelystä. VYHA:n ja sen edeltäjän jätehuoltotutkimus on osoittanut yhä laajenevia ympäristönsuojelullisia velvoitteita, alkaen viljelymaan kuivatukseen liittyvien ongelmien tutkimuksista 20 vuotta sitten. Kuivatustutkimusten jälkeen tulivat jätevesien käsittelyn, taajamien hulevesien ja viemäröintijärjestelmien tutkimukset. Vuonna 1986 VYL:n vastuulle annettiin kiinteiden jätteen tutkimustehtäviä. Rahoitus ja henkilöstö ovat lisääntyneet 1980-luvulla, mutta vaikuttaa siltä, että vielä ei ole selvää kuvaa VYL:n ja VYHA:n jätteen tutkimuksen painotuksista tai VYL:n roolista tieteellisten tutkimusten tuottajana ajankohtaisissa kysymyksissä, joita varsinkin terveys- ja ympäristöviranomaiset kunnissa kohtaavat. Tätä taustaa vasten arviointiryhmä koetti tarkastella VYHA:n "jätealan" tutkimusten laatua.

Alan nykyinen tutkimusohjelma on laaja ja kohdistuu useisiin erityyppisiin kysymyksiin, mm. jätevesien käsittelyyn, lietteen sijoitukseen, kemikaalien hallintaan, kaatopaikkakäsittelyyn, jättepatoihin, ongelmajätekaatopaikkoihin ja saastuneeseen maahan. Ohjelma näyttää kehittyneen vastaamaan kiireellisiin tarpeisiin ja määräytyneen osittain henkilöstön ja laboratorioden kapasiteetin perusteella. Ohjelma kattaa laajan kirjon toimintoja, sisältäen kohdekar-toituksia, riskinarviointia, yksityiskohtaisia kenttä-tutkimuksia, käsittelytapojen tutkimuksia ja kokeita sekä informaatiojärjestelmien ja opetuksen ym. tiedonvälityksen kehittämistä. Suuri osa tästä toiminnasta ei ole tutkimusta ja tiedettä totutussa merkityksessä vaan teknistä mittaustoimintaa, tiedonsiirtoa ja hallinnon neuvontaa; mutta ohjelman useissa kohdissa on havaittavissa erinomaista teoreettista ja käytännöllistä tieteellistä tutkimusta. Olisi selvästi eduksi tutkimuksen hallinnalle ja arviointiryhmän mielestä itse ohjelmallekin sekä monille yksiköille, joita se koskettaa, jos prioriteetteja voitaisiin asettaa selkeämmin ja jos voimavaroja osoitettaisiin

selkeämmin eri toiminnoille. Arviointiryhmä ei kuitenkaan halua vaikuttaa kriittiseltä tässä suhteessa, koska sen vaikutelma on, että hyvin pieni ja asialle omistautunut yksikkö tekee ihailtavaa työtä selviytyäkseen suuresta ja lisääntyvästä määrästä tehtäviä, joista se ei voi kieltäytyä, koska ei ole toista laitosta, jolle ne voitaisiin antaa. Tämä estää yksikköä kehittämästä "siististi" organisoitua tieteellistä ohjelmaa.

Jätehuolto koskettaa Suomessa useita eri organisaatioita, joilla kaikilla on jotakin VYHA:n kannalta merkittävää tieteellistä tai teknistä toimintaa. Arviointiryhmään tekivät vaikutuksen aktiiviset yhteydet, joita jätehuoltotutkijat ylläpitävät ympäristöministeriön ja kauppa- ja teollisuusministeriön toiminnallisiin osastoihin, lääninhallituksiin, kuntiin, Kansanterveyslaitokseen, Geologian tutkimuskeskukseen, Valtion teknilliseen tutkimuskeskukseen, korkeakouluihin, teollisuuteen ja teollisuuden eturyhmiin kuten Sellu- ja Paperiteollisuusyhdistykseen, sekä konsulttiyrityksiin. Nämä kontaktit tukevat ja laajentavat VYL:n työtä tällä alalla, ja tekevät mahdolliseksi suuren osan ulkopuolisesta rahoituksesta, jota ilman VYL:n ohjelma ei voisi toimia.

Koska nykyinen ohjelma on hiljattain laajentunut, monet tutkimusprojektit eivät vielä ole saavuttaneet vaihetta, jossa tuloksia voidaan raportoida. Tämän vuoksi niiden tutkimusten määrä, joiden tieteellistä tasoa ryhmä saattoi arvioida, on varsin pieni suhteessa käynnissä olevien hankkeiden suureen määrään. Kokonaisuutena katsoen arviointiryhmä sai suotuisan vaikutelman ohjelman yleisestä strategiasta ja tarkasteltujen projektien tieteellisestä ajattelusta ja yksityiskohdista. Ryhmä pani kuitenkin merkille vaikeudet, joita aiheutuu tutkimusohjelmalle viranomaisten ymmärrettävästä halusta saada pikaisia ratkaisuja jäteongelmiin - mitä tutkijat kutsuivat "sovellusmaniaksi". Tämä teki hyvin vaikeaksi viedä läpi perusteellisia tutkimuksia ja saattaa johtaa vakaviin erehdyksiin, kun tekniikoita sovelletaan käytäntöön, ennen kuin niitä on läpikotaisin tutkittu ja kokeiltu.

Arviointiryhmää on miellyttänyt se huomio, jota on osoitettu sekä kemialliselle että biologiselle lähestymistavalle jätevesien ja jätteen käsittelyn tutkimuksissa. Vaikka useimmat kunnalliset laitokset ja teollisuuslaitokset todennäköisesti tulevat lähivuosien ajan edelleen luottamaan käytännössä kemialliseen käsittelyyn, on tärkeätä, että VYL tutkii biologisten menetelmien käyttökelpoisuutta arvioitaessa ja käsiteltäessä myrkyllisten yhdisteiden aiheuttamaa ympäristökuormitusta ja vähennettäessä kemiallisen käsittelyn tarvetta siihen liittyvine ympäristöhaittoineen.

Suomessa on jo rakennettu puhdistamot, joilla on tyydytettävä yhdyskunta- ja teollisuusjätevesien käsittelytarpeet useiden seuraavien vuosien aikana.

Tämän alan tutkimusta on siksi hyödyllisintä suunnata nykyisten prosessien parantamiseen tai sellaisiin esille nouseviin tarpeisiin, joita ei ole vielä huomioitu laitossuunnittelussa. Tässä valossa eräät tutkimuksen painoalat ovat ilmeisiä:

- typen poisto asumis- ja teollisuusjätevesistä
- tehokkaammat ja taloudellisemmat tavat poistaa fosforia käsitellyistä jätevesistä
- viemäriverkostojen uusimiseen liittyvät ongelmat
- tehokkaiden pienimittakaavaisten jätevedenkäsittelylaitosten kehittäminen pienille yhdyskunnille.

Monet jätevesien puhdistusmenetelmien tutkimusprojektit ja kokeilut käsittelevät kysymyksiä, jotka eivät ole tärkeitä ainoastaan Suomessa, vaan myös kansainvälisesti kiinnostavia. Tutkimukset nitrifikaatio- ja denitrifikaatioprosesseista typen ja fosforin yhdistetyssä poistossa antavat lupauksia käytännöllisestä halvasta tekniikasta, jolla saattaa olla laajoja sovelluksia. Tehdyt kokeet on varmennettava identifioidulla vaikuttavilla ensisyyksillä. Espoon Suomenojan koeaseman pilot-koe yhden ravinteen poistojärjestelmästä on myös lupaava, jos myöhemmällä työllä osoitetaan, että kiintoaine ja biologiset reaktiot eivät aiheuta vakavia ongelmia. Uudet näennäisen yksinkertaiset tutkimukset fosforin saostuksesta ilman hiekkasuodatusta ovat myös laajemmin kiinnostavia, jos lietteen ominaisuudet osoittautuvat hyväksyttäviksi. Nämä ja muut samankaltaiset projektit nostavat suomalaisen jätevesitutkimuksen eturiviin kansainvälisesti. Tulosten merkittävä käytäntöön soveltaminen edellyttää kuitenkin VYL:n tutkijaryhmälle lisää voimavaroja ja laboratoriokapasiteettia tarvittavia analyysejä ja seurantatutkimuksia varten, joita tarvitaan lupaavien kokeiden saattamiseksi toimivaksi tekniikaksi.

Tärkeä osa VYL:n jäteteknologiaryhmän tutkimuksista liittyy orgaanisten ja myrkyllisten yhdisteiden poistoon sellu- ja paperiteollisuusprosessien eri jätevirroista. Koska useimmat näistä päästöistä suuntautuvat suhteellisen pilaantumattomiin sisävesiin tai rannikkovesiin, on tärkeää suunnata huomiota sekä välittömiin tai vakaviin että kroonisiin, laimeampien jätevesien vaikutuksiin. Tutkimuksen kiinnostavimpiin ja haastavimpiin hankkeisiin kuuluvat kokeet biotesteillä, joissa käytetään lohikaloja ja muita korkean trofiatason vesieliöitä. Tällä tutkimuksella on merkitystä myös laajemmin kuin sen ilmeisissä sovelluksissa asianomaisissa teollisuuslaitoksissa.

Kiinteitä jätteitä käsittelevät VYHA:n tieteelliset toiminnot ovat pääosin kartoituksen ja teknisen inventoinnin vaiheessa. Viisi pääasiallista tutkimusaluetta esitettiin tarkastelukohteiksi:

- kaatopaikkavesien tutkimukset, jotka tähtäävät mm. mallikaatopaikan kriteerien kehittämiseen

- jätepatojen ja -altaiden suunnittelu
- kuivattujen lietteiden pitkäaikaissijoitus
- riskikaatopaikkojen ja saastuneiden maa-alueiden ympäristöriskien arviointi sekä kunnostustarpeiden määrittely
- yksittäisten kemikaalien hallinnan riskinarviointikriteerit.

Nykyinen kiinteiden jätteiden tutkimusohjelma on laajennus aikaisempaan lietteisiin kohdistuneeseen työhön, ja se suuntautuu osittain jätteisiin ennen niiden lopullista sijoittamista. Kuitenkin jätehuollon käsitettä lähestytään tällä hetkellä vain siitä näkökulmasta, mitä jätteille tehdään sen jälkeen kun ne on kuljetettu ja päästetty ympäristöön. VYL:ssä ei vielä kiinnitetä huomiota jätteiden synnyn hallintaan niiden vähentämiseksi tai kiinteiden jätteiden virtojen erotteluun.

Ei-toksisten jätteiden - kaivosjätteiden, tienrakennusjätteiden, rannikkoalueen rakennushankkeiden jätteenainesten, sahanpurun jne. - kysymyksiä ei käsitellä. VYL:n tutkijat myönsivät, että nämä aiheet ovat potentiaalisesti tärkeitä ympäristönsuojelullisesti ja poliittisesti, ja he suunnittelivat selvittävänsä alan työtä muissa maissa ja osallistuivat valtakunnallisten jätehuollon tietojärjestelmien kehittämiseen myös ei-toksisten jätteiden aiheuttamien ongelmien ja niiden hallinta- ja hyödyntämistapojen osalta. Arviointiryhmä katsoo, että vaikka tämä ei ole kehittyneyttä tutkimusta, VYL:lla on velvollisuus kehittyä alan asiantuntijaksi voidakseen tarvittaessa antaa perusteltuja neuvoja vesi- ja ympäristöpiireille ja kunnille tai teknisille viranomaisille tulevien ympäristöongelmien välttämiseksi.

Radioaktiivisten jätteiden käsittelyyn liittyviä asioita ei hoideta VYHA:ssa. Arviointiryhmä ei tarkastellut pidemmälle vastuukysymyksiä tai tutkimuskompetenssia tässä suhteessa.

Arviointiryhmä oli huolissaan siitä, että tähän mennessä ei ilmeisesti ole ollut paljon kytkentöjä (terveysviranomaisten suorittamien) juomavesitutkimusten ja ympäristöministeriön sekä VYHA:n jätehuoltotutkimusten välillä. Jätehuoltotutkijat ovat panneet merkille tämän kommunikaation puutteen. VYHA:n johdon tulisi rohkaista lähempää yhteistyötä näiden kahden toisiinsa liittyvän alan välillä, täydentääkseen olemassa olevaa yhteistyötä vesi- ja ympäristöpiirien, terveydenhoitolautakuntien ja lääninhallitusten välillä mm. myönnettäessä lupia jätteiden kaatopaikkakäsittelylle.

Kiehtova ehdotus "pohjoismaisen jäteporssin" luomista saatettiin arviointiryhmän tietoon. Perustuen ajatukseen, että yhden teollisuuslaitoksen tai kiin-



teistön jäte voi hyvinkin olla arvokas raaka-aine toiselle, suunnitellaan yritysten edistävän ja hoitavan alueellista jätetuotteiden vaihtoa. Tämä tulee luultavasti vaatimaan huolellista tutkimusta ympäristönsuojelullisista ja terveydellisistä varmennuksista, jätteen tilavuuden vähentämisen tai sekundäärisen käsittelyn tekniikoista jne., sekä kansallisten ja kansainvälisten säädösten selkeyttämistä tai muuttamista tällaisen järjestelmän toimivuuden varmistamiseksi. Ajatuksella on kuitenkin riittävästi periaatteellisia ansioita, niin että arviointiryhmä ehdottaa VYHA:n tarkastelevan sitä ennakolluulottomasti ja varautuvan tarpeen mukaan sisällyttämään osia vaadittavista tutkimuksista tutkimusohjelmaansa.

Määritelmästäan johtuen kemiallisten aineiden (jotka käsittävät myös kaikki jätteet) tieteelliset tutkimukset voivat olla vain yhtä hyviä kuin kemikaalien analyysit. Tutkimuslaboratorion, vesi- ja ympäristöpiirien laboratorioiden ja muiden tutkimuslaitosten, kuten VTT:n, avustavien laboratorioyksiköiden rooli ja valmiudet ovat siksi kriittisen tärkeitä jätehuollon tutkimusohjelman menestymiselle. Tutkimuslaboratoriota koskevista kommentteista (kohta 2.4.3) mainittiin korkean erotuskyvyn nestekromatografian (HPLC) tarve. Teollisuusjätteiden kehittynyt tutkimus saattaa edellyttää myös simultaanisiin monialkuainemäärityksiin kykenevää laitetta, kuten induktiivisesti kytkettyä optista emissiospektrometriä (ICOES) tai induktiivisesti kytkettyä plasmaemissio-massaspektrometrilaitteistoa (ICPMS). Arviointiryhmän mielestä tarvetta varustaa tutkimuslaboratorio tämän laatuiseen työhön soveltuvalla laitteella sekä kiinteiden näytteiden suurten määrien nopeaan ja automaattiseen esikäsittelyyn soveltuvalla robottijärjestelmällä tulisi huolellisesti selvittää ja suhteuttaa parhaimpiin saatavissa oleviin Suomen jätteiden analysointitarpeita koskeviin arvioihin ja ennusteisiin (kohta 4.2). Yksi asia on varma: jätteitä tulee jatkuvasti!

Vesi- ja ympäristöpiirien laboratoriotiloja ja -laitteistoja tulisi huolellisesti tarkastella ottaen huomioon nykyiset ja odotettavissa olevat teollisuuden piirteet ja yleiset kehityslinjat kussakin piirissä, pyrkien arvioimaan tilojen ja laitteistojen riittävyyttä kemiallisiin ja biologisiin analyysihin, joita piirissä on odotettavissa VYHA:n jätehuoltovaroitteiden myötä.

Tehokkaat ja yhä parantuvat VYHA:n ja koko Suomen tieteelliset toiminnot jätehuollon alalla vaativat kattavan ja aktiivisen tieteellisen kommunikaatiojärjestelmän. Kaksi kommunikaation aluetta, jotka tarvitsevat erityistä huomiota ja joilla VYHA:lla on VYL:n ja piirien kautta tärkeä asema riittävän mutta ymmärrettävän teknisen informaation välittämisessä, ovat

- vähän jätettä tuottava teknologia, jätteiden lajittelu ja jätemäärien ennustaminen, paikallisesti ja valtakunnallisesti syntyvien jätteiden



laatu sekä kehittyvään jätehuoltoon liittyvät jätteiden käsittelyongelmat

- yhdyskuntien vedenhankintaan ja jätevesiin liittyvät kysymykset sekä epäasianmukaisen jätteenkäsittelyn ympäristöhaittojen aikaisen havaitsemisen ongelmat.

VYHA:n jätteidentutkimusohjelma, jolla on monia erinomaisia piirteitä ja joitakin tieteellisiä menestyksiä, kärsii yhä ohjelman roolia koskevasta epäselvyydestä sekä ilmeisestä toimintapolitiikan puutteesta, joka koskee tutkimuksen ja teknisen palvelun suhdetta. Molempien merkityksen voidaan odottaa kasvavan tulevina vuosina. Arviointiryhmä esittää, että ohjelmaa hyödyttäisi selvä suuntaviivojen ja prioriteettien määrittely sekä yksilöity budjetti joillekin pitkän aikavälin tutkimusprojekteille, jotka voisivat syventyä sekä vesilevintäisten että kiinteiden jätteiden suomalaisiin erityisongelmiin, mutta sallisivat silti mittavan työn nykyisillä painoalueilla. Tarvitaan koordinoitua suunnittelua ja investointeja tutkimuksen tukitoimintoihin ja analyttisiin edellytyksiin, niin että laajenevista tutkimus- ja palvelutehtävistä voidaan suoriutua. Lisäksi tarvitaan jatkuvaa tukea valtakunnallisille ja kansainvälisille yhteyksille, joita VYHA:n tutkimusohjelman toteuttaminen edellyttää.

### 3.5.9 Vesistötöiden vaikutusten tutkiminen

Pohjanmaan jokien vesistöjärjestelyjen ja rakentamishankkeiden ympäristövaikutuksiin kohdistuneiden, VYL:n yhdessä VYP:ien kanssa tekemien tutkimusten arviointi oli valaiseva sinänsä, esimerkkinä vesien- ja ympäristöntutkimuksen tulosten soveltamisesta erityisiin ja tärkeisiin suomalaisiin kehittämishankkeisiin, mutta antoi arviointiryhmälle myös tilaisuuden tutkia, kuinka VYHA:n tutkimusohjelmia sovelletaan ympäristövaikutusten arviointiin yleensä, sekä tarkastella viranomaisten ja suuren yleisön välisen kommunikaation kysymyksiä ja tutkimustulosten käytännön merkitystä.

Pohjanmaan jokien rakennustöiden ympäristövaikutusten tutkimus kaikkiaan 12 projektissa vaikuttaa hyvin hahmotetulta ja suoritetulta; sillä näyttää myös olleen riittävät voimavarat (useista lähteistä), jotka käytettiin viisaasti. Koordinaatio VYL:n ja tutkimukseen osallistuneiden kolmen VYP:n välillä on ollut hyvä, ja se on edistänyt tehokasta yhteistyötä VYHA:n ja työhön osallistuneiden useiden valtakunnallisten, alueellisten ja kunnallisten viranomaisten välillä. Kommunikaatio yleisön ja poliitikkojen kanssa on ollut hyvin tärkeää, ja vaikka rakennushankkeet eivät ole vailla poliittisia ja julkisia kiistoja, vaikuttaa siltä, että VYHA ja VYL ovat vahvistaneet mainettaan ja uskottavuuttaan ammatillisesti pätevänä ja puolueettomana elimenä, jolla on arvovaltaa tieteellisissä ja ympäristökysymyksissä.

VYHA:n tutkimukset näissä hankkeissa ovat olleet tieteellisesti katsoen enimmäkseen suoraviivaisia, mutta kuitenkin tarkoituksenmukaisia, ajanmukaisia ja kiinnostavia. Vain pieni osa tutkimuksista vaikutti uudelta, paitsi veden happipitoisuuden säätöä ilmastuspadoilla koskeva tutkimus. Useat tutkimukset metallien huuhtoutumisesta sulfidimailta, maan kemiallisen tasapainon muuttumisesta turpeenoton vaikutuksesta sekä happamuuden vaikutuksesta kalojen elohopeapitoisuuteen, mainitaksemme joitakin esimerkkejä, osoittavat, että tehokkaassa rutiininomaisessakin ympäristövaikutusten arvioinnissa täytyy käyttää täysimääräisesti ajanmukaisia tieteellisiä käsitteitä ja tutkimustekniikoita. Tutkimusohjelma osoittaa myös, että tieteellisiä tuloksia voidaan välittää tehokkaasti yleisölle, ja että näitä tuloksia voidaan ymmärtää esillä olevien tärkeiden sosiaalisten, taloudellisten ja poliittisten kysymysten yhteydessä. Se osoittaa, että alustavien tutkimustulosten säännöllinen julkaiseminen ja avoin keskustelu niistä eivät ainoastaan luo julkista ja poliittista kysyntää ja tukea tutkimukselle, vaan voivat myös auttaa itse tutkimuksen laadun säilyttämisessä. Laajapohjaisen ohjausryhmän olemassaolo ei vain auttanut määrittelmään ja tarkentamaan tieteellisiä painotuksia ja tutkimuksen tehokkuutta, vaan vaikutti merkittävästi myös työn uskottavuuteen ja sen tulosten levittämiseen.

Näiden tutkimusten pääasialliset puutteet ovat, kuten kaikki asianosaiset hyvin tietävät, että ei ole ollut aikaa, voimavaroja tai havaintoaineistoja sekä teoreettista viitekehystä, niin että kaikki mahdolliset analyysit ja ennusteet olisi voitu tehdä niin täydelliseksi ja tarkoiksi kuin niiden olisi pitänyt olla. Myöskään rakentamista koskevien päätösten ja suosituksen julkaisemisen tai täytäntöönpanon jälkeen on harvoin mitään jatkotukea tieteelliselle seurantatyölle tai ennusteiden validiteetin arvioinnille. Näillä alueilla VYL:n työn jatkuvuus ja viisas järjestäminen on erittäin tärkeätä. Tämänkaltaista projektitutkimusohjelmaa ei voida tehokkaasti toteuttaa eristäytyneisyydessä, vaan sen täytyy olla lähtöisin ja osa laajempaa jatkuvaa ympäristötieteellisen tutkimuksen organisointia, ja sen tulosten on oltava suhteessa ja sisällyttävä koko organisaation kumuloituvaa tietopohjaan ja käynnissä olevaan tutkimukseen. VYL:n tehtävä on tehdä tunnetuksi meneillään olevat alan tutkimukset ja seurantatutkimukset sekä hankkia niille tukea, jotta tutkimusten alueellinen ja tieteellinen merkitys entisestään kasvaa.

Tämän tyyppisten projektien - laaja-alaisten teollisten tai alueellisten kehityshankkeiden ympäristövaikutusten arvioinnin - voidaan odottaa lisääntyvän vuosi vuodelta. Arviointiryhmä kuuli jo suunnitelmista laajentuvan selluloosa- ja paperiteollisuuden ympäristövaikutusten valtakunnallisesta tutkimuksesta, ja ympäristöministeri ilmoitti tästä eduskunnalle päivä sen jälkeen, kun arviointiryhmä oli luovuttanut

väliraporttinsa. VYHA:n Pohjanmaan vesistötöiden tutkimuksen tieteellinen menestys ja arvo sekä päättäjien että suuren yleisön silmissä merkitsee, että tulevaisuudessa odotetaan yhä enemmän: vaikutusten tarkempia analyyskejä ja tieteellisiä ennusteita, ehkäpä vieläkin laaja-alaisempia tieteellisiä tutkimuksia, joihin osallistuisi - ja jotka koskettaisivat - vieläkin useampia virastoja ja laitoksia. VYL:n johdon ja tutkijoiden tulisi olla valmiita tähän ja pyrkiä, silloin kun se on mahdollista, tekemään ympäristövaikutusten arvioinnin vaatimasta tutkimuksesta osa käynnissä olevaa tutkimusohjelmaa. VYHA:n tulisi puolestaan tiedostaa tarve sisällyttää rakentamishankkeiden jälkeiset seurantatutkimukset ohjelmiinsa alusta alkaen.

### 3.5.10 Hajahuomautuksia hydrologisista tutkimuksista

Arviointiryhmällä oli mahdollisuus tarkastella vain pientä osaa VYL:een ja VYP:eihin keskittyneestä VYHA:n tutkimustoiminnasta. Ryhmä kuuli monista muistakin tutkimuksista, jotka ovat tärkeitä Suomen hydrologiselle ja ympäristön tutkimukselle mutta jotka jouduttiin sivuuttamaan nopeasti. Pari ryhmän tietoon tullutta aihetta ansaitsee lyhyet kommentit:

- Alivirtaamien analysointi on hyvin keskeinen tehtävä suunniteltaessa alueellisia hydrologisia seurantaverkkoja. Samaten se on tärkeää tutkittaessa kuinka ympäristö reagoi edessä oleviin ilmastomuutoksiin tai suuriin vesirakennustöihin kuten veden siirtoon vesistöstä toiseen. On tärkeää saada selville, antavatko lähinnä tulvien ja virtaamanvaihteluiden rekisteröimiseksi perustetut havaintopisteet sijaintinsa ja laitteistonsa puolesta edustavia havaintoja veden määrästä ja laadusta kuivakausien ajalta. Sama koskee pohjaveden havainnointia.
- Kenttämittausten automatisointia ja tiedon kaukosiirtoa koskeva tutkimus on ollut Suomessa vähäistä, ja suurin osa nykyaikaisesta laitteistosta on ostettu muista maista. Kehittyneen nykyaikaisen tekniikan käyttäminen vaatii kuitenkin laitteistojen sopeuttamista toimimaan tyydyttävästi Suomen oloissa. Myös on kiinnitettävä huomiota siihen tosiseikkaan, että automaattilaitteet antavat ympäristön oloista toisen kuvan kuin manuaaliset - siinäkin tapauksessa, että lukemat otetaan samaa tarkoitusta varten (kohta 3.5.1.3).

## 3.6 HYDROLOGINEN KARTOITUS JA YMPÄRISTÖTIETOJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

Suomen vesistöjen ominaisuuksien kartoittaminen ei ole sellaisenaan tutkimusta, mutta kartoituksesta saatavat tiedot ovat elintärkeitä ympäristön- ja vesientutkimuksessa, tutkimuksen soveltamisessa käytäntöön sekä ympäristönsuojelussa. Kartoituksen

nykyaikaistaminen ja sellaisen ajan tasalla olevan maantieteellisen informaatiojärjestelmän kehittäminen, joka sopii yhteen meteorologisen sekä maanviljelystä ja elinkeinoelämää koskevan informaation kanssa, ovat kuitenkin itseoikeutettu erillinen tutkimushankkeensa. VYHA:n monien hankkeitten menestyminen riippuu suoraan siitä kuinka käyttökelpoisia karttoja ja tietoja on saatavilla.

Koko Suomesta on saatavana hyvät peruskartat. Järvien syvyyskarttojen puuttuminen on ollut vaje hydrologian puolella. Tätä puutetta hydrologian toimisto on korjannut vuodesta 1971 lähtien järvien syvyyksiä luotaamalla. Nyt ollaan niin pitkällä, että tärkeimmät järvet on syvyyskartoitettu 1:10 000-mittakaavaisille kartoille. Työtä tehdään karkein mutta luotettavin keinoin manuaalisesti. Menetelmä soveltuu oivasti sekä hyvin matalille järville että vaikeapääsyisille järville. Tätä ylipäättään tehokkaaksi osoittautunutta työtä on lisäksi tehty työllisyysvaroin, joten se ei ole kuluttanut muita tutkimusvaroja.

Ympäristöasiat ja yhteiskunnan kehittäminen, Suomessa ja muualla, vaativat eri lähteistä saatavien, erilaisen tietojen yhdistämistä. Jotta näin koottu tiedosto olisi käyttökelpoinen ja järkevä, sen on pohjauduttava yleiseen järjestelmään, jossa kuvataan valtakunnan spatiaalisia ja fyysisiä ulottuvuuksia. Tähän vaatimukseen vastaamiseksi teknisesti kehittyneimmät maat ovat päätyneet maantieteellisiin informaatiojärjestelmiin (aluetietojärjestelmiin), jotka on sovellettu valtakunnan omiin tarpeisiin ja ominaispiirteisiin. Suomessa haasteeseen on vastattu kehittämällä FINGIS (Finnish Geographical Information System), jolla voidaan yhdistää 120 nyt käytössä olevaa erillistä tietojärjestelmää. Arviointiryhmä pani merkille, että VYL:n hydrologian toimistolla oli ollut merkittävä rooli FINGISin kehittämisessä; vesistöt valuma-alueineen ovat FINGISissä keskeisiä viittausyksiköitä. Valuma-alueiden rajojen ym. perustietojen karttoitus saadaan valmiiksi vuoden 1988 loppuun mennessä (mittakaava 1:50 000). Vuoteen 1990 mennessä kootaan täydentäviä tietoja LANDSAT- ja SPOT-satelliittikuvista. Tämän jälkeen tutkitaan lumipeitettä, jäänlähtöä ja jäätymistä sekä pintalämpötilaa ja säteilytasetta NOAA-satelliittikuvien avulla.

Arviointiryhmä pani tyytyväisenä merkille onnistuneen yhteistoiminnan VYHA:n, ympäristöministeriön, liikenneministeriön sekä maanmittaushallituksen välillä aluetietojärjestelmän kehittämisessä. Hankkeeseen ottaa osaa kaiken kaikkiaan 30 eri viranomaisesta seitsemässä teknisessä työryhmässä. Kaikki VYP:t varustetaan ottamaan osaa FINGISin käyttöön sitten, kun se on kehitetty operatiiviseksi.

Hanke on hyvällä alulla, ja on nähtävissä, että sillä on valtava merkitys Suomelle mitä moninaisimmilla aloilla. Hydrologian toimisto on toiminut ratkaisevana tekijänä hankkeen perustamisessa ja varmistanut, että välttämättömät tieteelliset käsitteistöt ja tiedot

ovat rakentuneet ohjelmaan. Ongelmiakin on edessä. Tähän mennessä on keskitytty sinänsä tärkeään pintakartoitukseen. Paljon laajempi tehtäväkenttä on kuitenkin otettava tutkittavaksi ja mukaan hankkeeseen käyttämällä samaista aluetietojärjestelmää näyttö- ja välitysjärjestelmänä. Tällaisia kohteita ovat mm. veden ja maan laatu, kasvillisuus, uusiutuvat luonnonvarat jne. VYL:n hydrologian toimistossa aluetietojärjestelmän kehitystä johtanut henkilö siirtyy ympäristötietokeskukseen ja takaa siellä FINGISin kehityksen jatkuvuuden. VYL:n asiantuntemukseen hänen lähtönsä jättää kuitenkin aukon, joka olisi täytettävä. Ryhmä toivoo, että sitä täyttämään saadaan henkilö, joka ei ole vain teknisesti pätevä vaan jolla on mielikuvitusta ja kyky nähdä tulevaisuuden uudet mahdollisuudet.

Nyt kun toiminnan puitteet ovat jäsentyneet, VYHA:n tulisi kehittää tietojen toimittamista FINGISiin tieteellisessä mielessä. On toivottavaa, ettei Suomen ympäristötietojärjestelmä toimi vain hydrologisen ja ympäristötiedon yhteisenä nimittäjänä vaan niin, että siitä tulee tieteen kehittyntä työväline.

FINGISin ja ympäristötietokeskuksen kehittyessä tarvitaan VYHA:ssa eniten yhä lisää taitoa käsitellä tietoa ja rakentaa malleja sekä VYL:ssa että VYP:eissä. Pitkälle kehittyneestä ympäristötietojärjestelmästä saatava taloudellinen ja tieteellinen hyöty lisääntyy samassa suhteessa kuin sen tuntevien, sitä käyttävien ja siihen tietoa toimittavien määrä kasvaa.

### 3.7 TIETOAINEISTOT JA TIETOJENKÄSITTELY

Eräs tieteellisen organisaation pätevyyden ja tehokkuuden mitta on tapa, jolla se käsittelee tietojään ja liittää omiin toimintoihinsa modernia tiedonsiirto- ja tietojenkäsittelytekniikkaa. Samalla sen on osattava varoa kadottamasta käsitystä varhempien yksinkertaisempien menetelmien eduista ja katkaisemasta yhteyttä aiempiin menetelmiin tai vähemmän kehittyneiden menetelmien varassa toimiviin asiakkaisiin ja ammattitovereihin. Näillä perusteilla arvioiden arviointiryhmästä tuntuu, että VYHA ansaitsee hyvän arvostuksen. Atk:n käyttöönotto ja tietokonepohjainen tiedonsiirtojärjestelmä sekä VYL:ssa että VYP:eissä on hyvin ja asianmukaisesti suunniteltu. Tuottavuuden, tietojen kokoamisen ja tutkimuksen edistymisen parantuminen sekä ylipäättään eteen päin pyrkivä mieli ja oikea into ovat silminnäkettäviä.

Tietojenkäsittelyn kehittämissuunnitelma käynnistyi 1985. Syntyi kaksi raporttia, "Ympäristönsuojelun tietojenkäsittelyn toteuttamissuunnitelma 1987-1991" ja "Vesi- ja ympäristöhallinnon sisäisen hallinnon tietojenkäsittelyn toteuttamissuunnitelma 1987-1991". Nämä ovat mallikelpoisia esimerkkejä eteenpäin pyrkivästä suunnittelusta, josta VYHA ja Suomi hyötyvät tulevana vuosina. Arviointiryhmälle näytettiin alustava mutta joustava aikataulu, joka koski perushankintoja, tietojärjestelmän täydentämistä ja ylläpitoa

sekä koulutusohjelmaa vuoteen 1995 asti. Aikataulu luo VYHA:n tälle toimialalle ihailtavaa varmuutta, jota muiden hallinonalojen täytyy katsella kateellisina. Ryhmään teki vaikutuksen se, miten hyvin tietojärjestelmät nivovat yhteen VYHA:n eri tutkimus-, toiminta- ja hallintoyksiköt ja miten ne palvelevat konkreettisesti linkkinä VYL:n ja VYP:ien välillä. Samalla ryhmää huolestuttaa se, ettei VYHA:n yhdenmukaisuus tieto- ja yhteydenpitojärjestelmästä vain tule itsetarkoituksellinen. Sen nimittäin tulee olla tiukasti kontrolloitu työkalu, työn ja päätöksenteon apuväline, eikä koskaan sinällään tekijä, joka määräisi tietojen ominaisluonnetta tai hyväksyttävyyttä tai tutkimuksen painoaloja.

Vedenkorkeus-, virtaama-, vedenlaatu-, plankton- ja myrkyhavaintotulosten siirtäminen lomakkeilta atk-tiedostoiksi on edistyneellä tasolla. INGRES-ohjelmistoon pohjautuvat tiedostojen yhdistämisrutiinit näyttävät ihailtavan käyttäjäorientoituneilta. Seuraava ja vielä kunnianhimoisempi askel - ympäristötietojärjestelmän kehittäminen - näyttää arviointiryhmästä olevan lähdössä hyvään käyntiin.

Ympäristötietokeskuksen luominen VYH:een on kouriintuntuva ympäristötietojen merkityksen tunnustus. Ympäristöministeri mainitsi 31.5.1988 eduskunnalle pitämässään puheessaan, että

"ympäristötietokeskuksen on analysoitava ja tuotettava ympäristöä koskevia tietoja viranomaisia ja erityisesti kansalaisia varten"

ja että ympäristötietokeskuksesta

"kehitetään kansainvälinen tieto- ja seurantakeskus ECE:n jäsenvaltioiden perustaman ympäristönseurantaohjelman puitteissa."

Ympäristöministerin puhe on merkittävä askel eteenpäin järjestelmällisen ympäristötiedon arvon poliittisessa tunnustamisessa. Samalla se antaa ympäristötietokeskukselle eräitä hyvin ankaria ohjeita - "marssijärjestyksen" - joita sen on noudatettava.

VYHA:n ylläpitämä kansallinen ympäristötietokanta sisältää monista lähteistä tulevaa tietoa. Sen tarkoitus on palvella tietojen keräämis-, käsittely- ja tallennusjärjestelmänä VYHA:n kaikissa ympäristönsuojeluun liittyvissä tarpeissa. Tällainen kaiken kattava järjestelmä toimii lähtötiedostoina hydrologisissa ja ympäristömalleissa, ja näin se vaikuttaa käytössä olevien mallien luonteeseen. Sillä on myös vaikutuksensa tarkasteltavana olevan ympäristöilmiön identifiointiin ja luokitteluun. Erikoisohjelmistot, kuten FINGIS (kohta 3.6), ovat tämän järjestelmän osa ja myös silta toisiin suomalaisiin kokonaisjärjestelmiin, tässä tapauksessa maanmittaushallituksen kautta.

On tärkeää, että ympäristötietojärjestelmä sisällyttää itseensä tiedot kaikkien systeemiin kuuluvien tiedos-

tojen tarkkuudesta ja käytössä olevasta laatukontrollista.

Luotu tietojenkäsittely- ja tiedonsiirtojärjestelmä sisältää monia hyviä piirteitä. Se on suunniteltu järjestelmällisellä ja huolellisella tavalla. Siitä huolimatta - tai ehkä juuri siksi - arviointiryhmä esittää siitä eräitä varauksia. Vaikka ryhmälle vakuutettiin, että järjestelmää muotoiltaessa oli harkittu ja onnistuneesti yritetty määritellä ja sisällyttää siihen tutkijoiden, piirihallinnon ja keskushallinnon tarpeet, siinä näyttää yhä olevan tietokone-eksperttien tietokoneväelle rakentaman järjestelmän piirteitä. Toivomme, että pantaessa toimeen järjestelmään suunniteltuja uusia, yhä hienostuneempia osia ei nettovaikutuksena vähennettäisi sen perustietojärjestelmän käyttökelpoisuutta niille, joita se pyrkii palvelemaan. VYHA:n ympäristöä koskevan tiedon tarve on muuttumassa (kohdat 2.3 ja 3.4), ja tietojärjestelmän tulee kyetä palvelemaan sekä nykyisiä että myös vastaisia, vielä arvaamattomia tarpeita. Tulevaisuuden tarpeista ovat parhaita antamaan neuvoja mm. tutkijat ja piirihallinnon virkamiehet.

On hyödyllistä pitää tietojärjestelmä mahdollisimman yksinkertaisena siksi, kunnes tiedon tarve ja sen käyttö tunnetaan paremmin kuin mitä näyttää nyt olevan asian laita VYHA:n tutkimuksen ja toimintojen ollessa muutos- ja laajenemistilassa. Tiedon käyttäjiä, erityisesti piirihallinnossa, tulisi jatkuvasti rohkaista mukaan suunniteltaessa ympäristötietojärjestelmää. Saattaisi olla hyödyksi käynnistää "aivoriihi" pohtimaan keskitetysti sitä minkälaisuuksia kysymyksiä asiantuntijoille esitetään ympäristönsuojelusta vuonna 1995. Tämän jälkeen voisi olla hyödyllistä kehittää kaavoja ja malleja, jotka yksilöivät, mitä tietoja on hankittava jo nyt, että kyseisiin kysymyksiin kyetään aikanaan vastaamaan. Koska useimmat hydrologit ja ympäristötieteilijät eivät niin vain joudu näiden kysymysten eteen, tietojärjestelmän suunnitteluryhmän saattaa olla tarpeen kehittää joitakin tyypillisiä tai hypoteettisia esimerkkejä tietojen mahdollisesta käytöstä tulevaisuudessa ja testata niiden reaalisuus ja käyttökelpoisuus nykyisten käyttäjien kanssa.

On myös pidettävä huolta siitä, ettei tietojärjestelmään muodostu sisäisiä aukkoja tai yhteensopimattomia osia siksi, että hydrologista ja vedenlaatutietoa saadaan sekä automaattiasemilta että manuaalisesti havainnoitavilta asemilta; automaattiasemia käytetään vastaisuudessa lisääntyvästi, vaikka manuaaliset asemat säilyttävätkin VYHA:n havainnoinnissa keskeisen aseman (kohta 3.5.10). Tämä ongelma saattaa vaikeutua tiedostojen laajentuessa ja sisältäessä uudenlaista tietoa. Uutta tietoa on tulossa esim. maaperästä ja maaekosysteemeistä, joita analysoidaan moninaisin menetelmin. Tiedostot laajenevat myös luotaessa yhteyksiä muihin järjestelmiin, kuten ilman laatua tai ilmastomuutoksia selvittäviin, jotka käyttävät aivan eri ohjelmia.



Ympäristötietojärjestelmästä tulee Suomen ympäristön tilasta laadittavan raportointijärjestelmän olennainen perusta. Säännöllisin väliajoin laadittava raportti ympäristön tilasta on mutkikas ja vaikea tehtävä. Eri maissa siitä on yritetty selvittää eri tavoin. Arviointiryhmän saaman käsityksen mukaan mikään niistä ei toistaiseksi tyydytä edes laatijoitaan. Ennen kuin ryhdytään kehittämään ympäristötilaraporttia suoraan ympäristötietojärjestelmästä, on suositeltavaa hankkia kansainvälisiä kontakteja ja käydä huolellisesti läpi muissa maissa hankkeesta saadut kokemukset. On kuitenkin mitä tärkeintä, että VYHA toimittaa kansalaisten käyttöön säännöllisesti julkaistavia raportteja, jotka ovat tieteellisen täsmällisiä mutta yleistajuisesti kirjoitettuja. Raporteissa on syytä esittää tutkimustuloksia, jotka lisäävät ihmisten valvettavuutta ympäristöasioissa ja ympäristön tilan muutoksissa. Tarvitaan myös selvityksiä siitä, millä tavoin ympäristöä koskeva tieto on esitettävä, jotta se parhaalla tavalla tavoittaisi suuren yleisön (kohta 4.7).

#### 4 TULEVAISUUDEN TARPEET JA LIITTYMÄT LAAJEMPIIN KOKONAI-SUUKSIIN

Arviointiryhmän katsaus VYHA:n nykyiseen tutkimustoimintaan ja lähitulevaisuuden suunnitelmiin on laadittu silmällä pitäen valtion tiedeneuvoston suositusta, jonka mukaan valtion tutkimuslaitoksista vastaavat ministeriöt arvioisivat näiden laitosten tekemän tutkimuksen tehokkuutta ja laatua (kohdat 1.1 ja 1.2). VESTA-ryhmä pyysi arviointiryhmää tulevaa toimintaa painottaen

**arvioimaan vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimuksen tasoa suhteessa kansainvälisen ympäristöntutkimuksen viimeaikaiseen kehitykseen.**

Kautta koko tämän raportin arviointiryhmä on kommentoinut tutkimustoiminnan eri puolia siltä kannalta, mikä näyttää olevan suomalaisen tutkimuksen todennäköisin tarve tai painopiste tulevaisuudessa. Ryhmä on myös tehnyt havaintoja kansainvälisen tutkimuksen ja teknologisen kehityksen merkityksestä Suomessa tehtävälle työlle. Näitä huomautuksia ei seuraavassa enää toisteta. Sen sijaan ryhmä esittää eräitä saamaansa yleisvaikutelmaan perustuvia havaintoja, joiden toivotaan olevan hyödyksi koko VYHA:n toiminnalle.

Vaikka arviointiryhmä on havainnut puutteita monilla erityisalioilla, kokonaiskuvaksi jää, että VYL:n tutkimustoiminnan laatu ja tehokkuus on hyvä kansainväliseen tasoon verrattuna, varsinkin kun otetaan huomioon, ettei suhteellisen pieni laitos voi olla maailman johtava laitos joka asiassa (kohta 2.3). Ryhmää kuitenkin huolestuttaa se, että tulevaisuudessa tällaisen hyvän yleistilanteen säilyttäminen tai sen edelleen parantaminen tulee olemaan erityisen vaikeata



suomalaisen yhteiskunnan nykyisillä ympäristöntutkimukseen suuntaamilla voimavaroilla.

Se ihailtava ja aito huoli, jota suomalaiset tuntevat kaikkia ympäristökysymyksiä kohtaan, Suomen talouselämän tärkeiden lohkojen (metsätalous, maanviljelys, kalastus) riippuvuus ympäristön tilasta ja sen ylläpitämisestä tuottavuudesta, sekä suomalaisen ympäristön herkkyyys paikallisille ja globaalisille muutoksille (ilmastomuutokset, happamoituminen, fenolien laajamittainen leviäminen ympäristöön jne.), ovat ryhmän mielestä kaikki sellaisia tekijöitä, joiden vaikutuksesta sekä yleinen mielipide että valtiovalta tulevat vaatimaan ensinnäkin yhä enemmän tietoa ja tulkintoja ympäristön tilasta (mikä edellyttää uutta tutkimusta ja nykyisellä organisaatiolla myös tutkimuksen kanssa kilpailevaa toimintaa), ja toiseksi kehittyneitä ja pitkälle vietyä tutkimusta niillä aloilla, joilla suomalaiset ongelmat ovat ainutlaatuisia tai joilla suomalaisen tieteen tulisi olla johtoasemassa maailmassa. Näiden vaatimusten täyttäminen ei näytä olevan mahdollista tulevaisuudessa, elleivät sekä Suomen valtiovalta että veronmaksajat ymmärrä suomalaisen ympäristöntutkimuksen merkitystä maan tulevalle hyvinvoinnille ja ole siten valmiita uhraamaan siihen lisää voimavaroja.

Raportin seuraavat kohdat käsittelevät eräitä ongelmakohtia ja VYHA:n johdon eteen piakkoin tulevia valintoja, jotka liittyvät näihin laaja-alaisiin ja pitkäjänteisiin asiakokonaisuuksiin.

#### 4.1 KANSALLISEN TUTKIMUSTIETOKANNAN RIITTÄVYYS

Kun ympäristöasiat yhä enemmän tulevat sosiaalis-taloudellisen todellisuuden osaksi sekä poliittisen huomion ja päätöksenteon kohteeksi, ympäristötiedon kattavuudesta, oikeellisuudesta ja saatavuudesta tulee keskeisen tärkeitä kansantalouden kannalta niin hyvin Suomessa kuin muuallakin maailmassa. VYH:n kansallisen tehtävänä on

**ylläpitää ja kehittää vesiin ja ympäristönsuojeluun liittyviä tietojärjestelmiä (kohta 3.1).**

Suuri yleisö, politiikan ja elinkeinoelämän päättäjät, samoin kuin tiedeyhteisö arvioivat VYHA:n yhteiskunnallisen merkityksen pitkälti sen perusteella, miten hyvin VYHA täyttää tämän osan tehtävistään.

VYHA on erinomaisella tavalla aloittanut kansallisen ympäristötietojärjestelmän luomisen, sekä yhdessä maanmittaushallituksen ja muiden laitosten kanssa nykyaikaisen maantieteellisen tietojärjestelmän, FINGIS (kohdat 3.6 ja 3.7), rakentamisen. Laaja hydrologinen rekisteri ja vedenlaaturekisteri luovat hyvän perustan suunnittelua varten ja tuovat mukanaan laajan tiedostojen käyttäjäkunnan, joka osaltaan määrittelee tiedontarpeet ja luo pohjan järjestelmän rakennetta, tarkkuutta ja luotettavuutta koskeville

kustannus-hyötyarvioille. Nämä seikat tulevat ajan mittaan osoittamaan tietokannan arvon suhteessa sen aiheuttamiin kustannuksiin.

Koska VYHA:lle nykyisin kuuluu aiempaa laajempi ympäristövastuu ja koska sinne on jo perustettu kansallinen ympäristötietokeskus, sen on lähitulevaisuudessa sisällytettävä ympäristötietojärjestelmäänsä entistä laaja-alaisempaa tietoa terrestrisestä ja rannikkoympäristöstä sekä niiden eliöyhteisöistä. On myös oleellista, että tietojärjestelmä sopii yhteen muiden laitosten keräämän meteorologisen, merta koskevan, geologisen ja geofysikaalisen tiedon kanssa, jotta se voisi luoda yhtenäisen ja kattavan tietokannan Suomen luonnon ominaisuuksista. Jotta esille tulevia ympäristöongelmia voitaisiin käsitellä laaja-alaisesti, on oltava myös täydentäviä tiedostoja elinkeinotoiminnasta, tärkeimpien kemikaalien kuljetuksista ja käytöstä, energian tuotannosta ja käytöstä, maankäytön muutoksista sekä väestöstä. VYHA on luonut ympäristötietokeskukselle hyvän ideapohjan ja organisatorisen alun kaikkein elintärkeimmän ympäristöhyödykkeen, veden, perustalle. Tästä keskus pystyy pian kehittymään kansallisen ympäristötietokannan ytimeksi. Sen jälkeen jäljellä on vielä yksi tavoite: rakentaa tälle pohjalle tehokas suunnitelma kansalaisten ympäristötietoisuuden kehittämiseksi sekä Suomen jo nyt vahvan ympäristöetiikan edelleen vahvistamiseksi (kohta 4.7).

Arviointiryhmä suosittelee, että VYHA:n johto määrittelisi välittömästi entistä selvemmin hallinnon ja valtiovallan tarpeet tieteellisen ympäristötiedon suhteen. Entistä tarkempi tieto siitä, mitä ja minkä muotoista tietoa ympäristöministeriö ja muu valtionhallinto lähinnä tarvitsevat, sekä samanaikainen järjestelmällinen nykyisen ja tulevan yleisen ympäristötietokysynnän huomioonottaminen tulevat auttamaan vesi- ja ympäristöhallintoa sen oman tutkimuksen, seurannan, tiedotuksen ja budjetoinnin suunnittelussa, niin kuin myös sen arvioinnissa miten VYHA on onnistunut saavuttamaan tavoitteensa (kohta 3.3).

#### 4.2 SUOMEN YMPÄRISTÖNTUTKIMUKSEN SUUNNITTELU

Tutkimuksen tavoitteiden selkeä määrittely (kohta 2.2) on jo sellaisenaan suunnittelua. Arviointityön aikana ilmeni, että sekä tavoitteiden saavuttamista että nykyisen tutkimuksen oikeaa kohdentumista voitaisiin edistää sillä, että ainakin VYL:ssä olisi käytössä tehokas menettely lähiajan ja kauemman tulevaisuuden tutkimustarpeiden arvioimiseksi. Tällainen menettely tehostaisi tutkimustulosten käyttöä ja tulevan tutkimuksen ennakkointia. Etukäteissuunnittelu on tarpeen myös suojaamaan sellaisten alojen tutkimusta, joilla jatkuvuus on oleellista, eli takaamaan ettei elintärkeitä, mutta ehkä vähemmän näyttäviä pitkäaikaistutkimuksia supisteta tai kokonaan lopeteta akuutin kriisitutkimuksen tai "kuukauden saasteen" tutkimisen takia. Vain sellaisella menettelyllä, joka arvioi

nykytarpeet samoin kuin todennäköiset tulevat tarpeet ja mahdollisuudet, voidaan taata jatkuvuus ja uuden tutkimuksen järkevä priorisointi.

Arviointiryhmä ehdottaa, että VYL:ssa otetaan harkittavaksi tieteellinen viisivuotissuunnittelu, jota vuosittainen tutkimusohjelma täydentää. Tällaisen joka vuosi tarkistettavan viisivuotissuunnitelman ja vuotuisen tutkimusohjelman tulee perustua ympäristöministeriön ja VYL:n jatkuvaan vuorovaikutukseen (kohta 2.2). VYL:n tutkijoilla tulisi olla mahdollisuus antaa ministeriölle neuvoja sellaisissa asioissa, jotka tutkijoiden mielestä ovat kansallisesti tärkeitä tutkimusaiheita. Näihin sisältyy mm. se tutkimus, joka on tarkoitettu tuottamaan tulevaisuudessa tarvittavaa tekniikkaa tai joka ei koske ministeriön ajankohtaisimpia ongelmia, vaikka näiden tutkimusten aloittaminen heti olisikin tarpeellista. Samaten ministeriö on saatava vakuuttuneeksi siitä, että VYL:n ohjelman tavoitteet heijastavat ministeriön asettamia tavoitteita ja painotuksia. Viisivuotissuunnitelman tulee myös heijastella niiden neuvottelujen tuloksia, joita on käyty VYHA:n muiden osien (erityisesti VYP:ien), muiden ministeriöiden sekä lääninhallitusten ja kuntien kanssa. Vuosittain tarkistettava viisivuotissuunnitelma luo tutkimukselle yleislinjat, joiden rajoissa uudet painotukset ja tarpeet otetaan huomioon. Painotusten muuttuminen vaikuttaa aina voimavarojen kohdentamiseen ja toimintapolitiikkaan, ei vain VYHA:ssa vaan myös sen yhteistyöorganisaatioissa. Se antaa myös mahdollisuuden sellaisen rahoitus-, henkilöstö- ja koulutusstrategian luomiseen, joka mahdollisimman vähän aiheuttaa häiriötä ohjelmille ja henkilöstölle.

Vuotuinen tutkimusohjelma luo puitteet tutkimuksen käytännön toteutukselle ja rahoitukselle. Se on väline, jolla laitoksen eri osien toimintaa voidaan järjestelmällisesti arvioida. Tämän takia VYL:n tavoiteohjelmassa (kohta 2.2) ja/tai tutkimusohjelmassa tulee määritellä ne tavoitteet, joita vasten eri tutkimusten edistymistä voidaan mitata.

Viisivuotissuunnitelman ja vuotuisen ohjelman kehittyessä näyttäisi kolme seikkaa ansaitsevan erityishuomion: 1) eri tutkimusaiheiden välinen tasapaino sekä tasapaino pitkäaikais- ja lyhytaikaistutkimusten ja erilaisten "hälytystutkimusten" välillä, 2) investoinnit tutkimuslaboratorion laitteistoon sekä 3) tutkimusohjelmien ja ympäristötietojärjestelmän yhteensovittaminen.

#### 4.2.1 Tutkimusohjelman "tasapaino"

VYL:n nykyinen tutkimusohjelma on muotoutunut vaiheittain usean vuoden aikana. Ohjelma on saatavissa olevien taloudellisten ja henkisten voimavarojen rajoissa vastaus tärkeisiin ja kiireellisiin tietotarpeisiin, tieteellisiin mahdollisuuksiin sekä paineisiin muiden maiden tai muiden suomalaisten laitosten

taholta.

Arviointiryhmän mielestä eri aiheiden välinen tasapaino, joka VYHA:n tutkimuksessa on saavutettu menetelmällä "tehdään mahdollisuuksien rajoissa se mikä on kaikkein tärkeintä", on nykytilanteessa varsin hyvä. Kuten edeltävissä luvuissa on mainittu, eräät alat, kuten metsäteollisuuden laajenemisesta aiheutuva alueellinen vesien pilaantuminen, kiinteiden jätteen käsittely ja ilmastomuutosten vaikutukset, näyttävät kuitenkin tarvitsevan lisää tutkimusta. Koska VYHA:n vastuu ympäristöstä on laajentunut ja koska on nopeasti siirrytty paljon voimavaroja vaativiin automaattisiin seuranta- ja tietojärjestelmiin ja koska ympäristöasiat lisäksi ovat äskettäin muuttuneet vähemmän tärkeistä keskeisiksi valtionhallinnon asioiksi, ei vähin erin tutkimusohjelmaa kasvattava ja tasapainottava politiikka VYL:ssä enää ole riittävä.

Eräät vaikeat valinnat ovat jo ilmeisiä. Pitäisikö investoida laboratorioon ja kenttävälineistöön, jotta VYL voisi kehittyä johtavaksi ympäristöntutkimuksen organisaatioksi, vai pitäisikö jakaa resurssit niin, että VYL säilyttäisi kykynsä tuottaa tyydyttävää tieteellistä palvelua kaikilla vastuualueensa osilla (kohta 2.3)? Pitäisikö laitoksen suunnata selvä osa tutkimuksistaan vahvistamaan niitä tutkimusaloja, joilla sillä on uusia velvollisuuksia mutta toistaiseksi vain vähän asiantuntemusta (kuten jätehuolto) vai pitäisikö sen kohdentaa tieteellistä panostaan niihin aiheisiin, joissa se jo on johtava (esim. hydrologiset tieteet) ja hoitaa uudet alat ulkopuolisilla sopimuksilla? Mitkä ovat ne kriteerit, joita käytetään rajanvetoon erilaisten tutkimusalojen välillä, esimerkiksi säilyttämään riittävä tuki pitkäaikaisille ja tärkeille, mutta vähemmän kiireellisille tutkimuksille, verrattuna ajankohtaisten ongelmien synnyttämiin lyhytaikaisiin tutkimuksiin? Miten tutkimuskapasiteettia pidetään valmiudessa äkillisten ympäristöonnettomuuksien varalta? Näihin kysymyksiin ei ole yksinkertaisia vastauksia, mutta se tapa jolla niitä VYHA:n ja VYL:n tutkimusohjelmissa käsitellään, määrää pitkälti eri aiheiden ja tavoitteiden välisen tasapainon ja sitä kautta myös koko VYHA:n tieteellisen ominaisluonteen.

#### 4.2.2 Tutkimuslaboratorion varustetaso

VYL:n tutkimuslaboratorio on avainasemassa VYHA:n ja ympäristöministeriön ympäristön laadun tutkimustyössä. Näin ollen tutkimuslaboratorion tulevaisuuden valmiuksien ja ohjelman suunnittelu on monella tavalla keskeistä koko hallinnon tutkimuksen suunnittelussa ja tutkimustoiminnan tehokkuuden kannalta. Tutkimuslaboratoriota koskevat muutos- tai kehittämispäätökset on syytä tehdä etukäteen tai samanaikaisesti niiden tutkimusprojektien suunnittelun kanssa, joissa tarvitaan vaativia määrityksiä tai huomattavia määriä rutiininomaisia analyysijä. Uuden kehittyneen ja

nykyaikaisen laitteiston asennus ja käyttöönotto kestää kauan ja aina kuluu paljon aikaa, ennen kuin päästään luotettavaan analyysitoimintaan.

Kohdassa 2.4.3 pohdittiin tutkimuslaboratorion analyysitoiminnan riittävyttä VYL:n nykyisen tutkimusohjelman toteuttamisessa ja kohdassa 3.5.8 jätteidentutkimuksen edellyttämän uuden analyysilaitteiston mahdollista tarvetta. Tässä kohdassa esitetään muutamia tutkimuslaboratoriota koskevia lisähuomioita tarkasteltaessa koko VYHA:n tutkimuksen suunnittelua.

Tutkimuslaboratorion ensisijaisena tehtävänä on

- tuottaa VYHA:n ja VYL:n tutkimusohjelmille analyytisiä palveluja (yhdessä piirihallinnon laboratorioden kanssa)
- valvoa 13 piirilaboratorion analyyttisen työn laatua ja tehdä määritykset, joihin piirihallinnon laboratorioissa ei ole valmiuksia
- kehittää Suomessa tarvittavia uusia tutkimusmenetelmiä
- koordinoida ja kalibroida Suomessa tehtäviä määrittäyksiä muiden maiden vastaavien tai kansainvälisten standardien kanssa.

Vain kolmas edellä mainituista tehtävistä on varsinaista tutkimusta, vaikka kaikki tehtävät ovat Suomen ympäristöntutkimuksen kannalta tärkeitä ja niillä on vaikutusta tutkimussuunnitteluun.

Kuten luvussa 2 todettiin, arviointiryhmän mielestä tutkimuslaboratorio on nykyisellään tehokas ja hyvin johdettu. Keskusteluissa tutkimuslaitoksen muiden yksiköiden henkilökunnan kanssa tuli usein esille ongelmia, jotka johtuvat analyyttisten palvelujen rajallisuudesta. Vaikka nämä ongelmat epäilemättä ovat todellisia, työryhmän näkemys on, että niitä ei voida välttää tieteellisissä palveluissa silloin kun tiede on tuottavaa ja palvelut välttämättömiä. Jossain määrin ongelma voi johtua koordinoinnin puutteesta tai epärealistisista odotuksista tutkimuksia suunniteltaessa. Ongelmat eivät näytä johtuvan tutkimuslaboratorion toiminnan tehottomuudesta.

Arviointiryhmä piti hyvänä uuden laboratoriorakennuksen saamista ja sitä, että laiterahoitus on lisääntynyt olennaisesti vuosien 1984 - 85 alhaisesta tasosta. Kuitenkin ryhmä edellyttää, että aina kun on mahdollista, uuden laitteiston hankkiminen suunnitellaan VYL:n tutkimusohjelman yhteydessä ja sen osana, jotta välttyttäisiin laboratoriopalveluissa suurilta vaihteiluilta ja sarjatyöskentelyn häiriöiltä, mikä saattaisi haitata useita projekteja.

Uusi kaasukromatografi, joka on varustettu massaselektiivisellä detektorilla (GC-MSD), parantaa huomattavasti orgaanisten mikropollutanttien analysointimah-

dollisuuksia. Tämä laite on suunniteltu tiettyjen yhdisteiden rutiininomaiseen määrittämiseen, johon on suurta tarvetta tällä hetkellä. Laite ei kuitenkaan sovi erityisen hyvin tuntemattomien orgaanisten yhdisteiden tunnistamiseen. Jos VYL:n tutkimusohjelman kehittyessä havaitaan, että kartoitus ja "salapoliisityö" tulevat tärkeiksi - ja on oletettavissa, että näin käy erityisesti jätehuollon ja kemikaalivalvonnan tutkimuksissa sekä teollisuuden päästöjen valvonnassa -, täytyy harkita korkean erotuskyvyn omaavan massaspektrometrin hankkimista. Tämä on eräs tutkimuslaitoksen johdon tärkeistä tehtävistä ja se vaatii huolellista arviointia muiden tutkimuksellisesti ja toiminnallisesti etusijalle asetettujen seikkojen ja vaatimusten valossa. Se että tällaisen arvioinnin tekeminen on nyt vaikeaa, on esimerkki laaja-alaisen tutkimusnäkömyksen ja -suunnitelman tarpeesta. Edellä kuvatun "salapoliisityön" aiheuttamat analyttiset tarpeet, jotka tulevat esille välittömässä lähitulevaisuudessa, voitaneen hoitaa yhteistyösopimuksella ulkopuolisten laitosten, esimerkiksi Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen palveluja hyödyntäen. VYL:n johdon ei kuitenkaan pitäisi viivytellä tulevaisuutta tarkastelevaa arviointia, koska muualta saadut kokemukset ovat osoittaneet, että kuluu kaksi vuotta massaspektrometrin hankintapäätöksestä ennen kuin säännöllinen analysointi alkaa. Esimerkiksi laaja, alkamassa oleva metsäteollisuuden ympäristönsuojelua koskeva tutkimus, josta ympäristöministeri ilmoitti puheessaan eduskunnassa 31.5.1988, on esimerkki tehtävästä, joka näyttää asettavan uusia vaatimuksia analysoinnille. Tämä tutkimus edellyttää, että tutkimuslaboratoriolla on pitkälle kehitetty suunnitelma siitä, miten hankkeen lukuisat rutiinimääritykset sekä tutkimuksellisesti vaativat analyysit pystytään hoitamaan.

Tutkimuslaboratorion laitteistossa on eräs huolestuttava puute. Laboratoriolla ei ole mahdollisuutta analysoida sellaisia yhdisteitä, kuten polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä (PAH) ja monien pestisidien ja herbisidien sisältämiä aineita, joita ei voida erottaa ja määrittää GC-MSD:n avulla. Arviointiryhmän mielestä on syytä korjata tämä puute niin pian kuin mahdollista. Erityisesti tätä tarvetta esiintyy, kun halutaan määrittää orgaanisia mikropollutantteja hajakuormituslähteistä peräisin olevan likaantumisen havaitsemiseksi tai kun tarvitaan nopeita määritysmahdollisuuksia määriteltäessä vaaratilannetta maataloudessa tapahtuneen kemiallisen vuodon yhteydessä. Korkean erotuskyvyn nestekromatografi (HPLC) täyttää em. vaatimukset ja sen hankkiminen olisi tärkeää sekä VYL:n että koko Suomen kannalta.

Raskasmetallien ja muiden hivenmetallien määrittäminen tulee jatkuvasti olemaan tärkeä osa ympäristön laadun seurantaa. Tutkimuslaboratorio on hyvin varustettu käsittelemään vesianalyysien epäorgaanisia komponentteja, mutta olemassa olevat rutiinit ovat työvoimaa kysyviä ja kapasiteetiltaan riittämättömät. Jos kemikaali- ja jätetutkimusten kehittyvät ohjelmat

edellyttävät suurempaa moniaineanalysoinnin määrää, tulee harkita plasmaemissiospektrometrian (ICPOES) laitteiston hankkimista tai riippuen määritettävistä aineista ja tarvittavista määritysrajoista plasmaemissiospektrometri-massaspektrometriyhdistelmän (ICPMS) hankkimista, kuten tutkimuslaboratorio itse on esittänyt. Metallitutkimuksen tarpeet ja valinta, joka on tehtävä kahden kalliin analyttisen laitteiston välillä, joilla on erilaiset ominaisuudet ja erilaiset hinnat, osoittavat jälleen, että on tarvetta tutkimusnäkymiä laajasti tarkastelevalle suunnitelmalle. Tämä suunnitelmapaperi pitäisi laatia säännöllisin väliajoin ja sen tulisi yhdistää ministeriön esittämät painotukset, VYHA:n tutkimusohjelmat ja yleisten tarpeiden arviointi sekä tutkimuslaboratorion esitykset varustetason edellyttämistä investoinneista. Tarkasteltavassa esimerkissä ICPMS edustaa kalliimpaa tekniikkaa, joka mahdollistaa pienten pitoisuuksien luotettavan määrittämisen paremmin kuin ICPOES. Kuitenkin ICPOES on nykyisin hyvin testattu ja sen tiedetään olevan suhteellisen vapaa monista tärkeistä häiriöistä. Tutkimuslaboratorion suunnittelussa ja päätöksenteossa tulisi selkeästi arvioida seuraavan vuosikymmenen todennäköiset tutkimusvaatimukset ja kansalliset analysointitarpeet.

Muita tutkimuslaboratorion tulevaisuuteen liittyviä toiveita, jotka laboratorion henkilökunta toi esille, olivat puhdashuonetilojen saaminen hyvin pieniä pitoisuuksia sisältävien metallinäytteiden käsittelyä varten sekä automatisoitujen järjestelmien saanti kiinteiden näytteiden käsittelyä varten. Tällaiset tarpeet, jotka ovat kalliita ja joissa on valinnan varaa monien saatavissa olevien tyyppien ja erikoisrakenteiden suhteen, vaativat jälleen VYL:n johdolta ja tutkijoilta sekä tutkimuslaboratorion suunnittelijoilta huolellista harkintaa sen suhteen, mitä analytiikkaa tulevaisuudessa tarvitaan ja minkä verran.

Toinen analyysilaitteiston huolellista suunnittelua edellyttävä seikka on tutkimuslaboratorion ja piirilaboratorioiden toimintojen asteittainen yhteensovittaminen kokonaisuudeksi. Arviointiryhmä kannattaa piirilaboratorioiden analysointivalmiuksien lisäämistä. Kun analyttiset tarpeet lisääntyvät ja kun tähänastiset "vaikeat" määritykset tulevat rutiiniksi, on rutiinista järkevää tehdä piirilaboratorioissa aikaisempaa suurempi osa. Tämä edellyttää, että piirien laitteistoja ja henkilökunnan asiantuntemusta lisätään järjestelmällisesti tutkimus-, toiminta- ja investointisuunnitelmien mukaisesti. Kun tutkimuslaboratorio jonkin verran vapautuu rutiinimääritysten taakasta, sen tulee kiinnittää enemmän huomiota riittävän analyttisen laadunvalvontajärjestelmän ylläpitämiseen koko vesi- ja ympäristöhallinnossa.

Lapin piirilaboratoriossa kehitettävä automaattinen näytekirjanpitojärjestelmä lupaa lisää tehokkuutta toimintaan ja parantaa tietojen saatavuutta. Järjestelmää voitaneen soveltaa myös muiden VYHA:n laboratorioiden käyttöön. Kehittämistyö on sidoksissa VYH:n ja

piirien välisen tietoverkon luomiseen, mutta se on alku kokonaisuuden muodostavalle laboratorioden toimintajärjestelmälle. Teknistä kehitystä, joka liittyy automaattiseen analysointiin ja tulosten siirtämiseen ympäristötietojärjestelmiin, tulee säännöllisesti seurata.

Laboratoriopalvelujen saannin ja henkilökunnan tulevaisuuden suunnittelu on sekä kansallisesti että kansainvälisesti erityisen tärkeä, mutta vaikea tehtävä analyttisten menetelmien ja tulosten standardisoinnin ja kalibroinnin yhteydessä. Tutkimuslaboratorion osallistuminen Pohjoismaiden järjestämiin vertailututkimuksiin ja kansainvälisen standardisointijärjestön (ISO) veden laatu -komitean työhön, ovat olleet hyödyllisiä ja taanneet korkean vesianalyysien tason Suomessa myös kansainvälisesti tarkasteltuna. Tutkimuslaboratorion kehittämää ja käyttämää määritysmenetelmien yksityiskohtaista testausta olisi toivottavaa käyttää pohjana monissa ISO-menetelmissä, jotta menetelmien kuvaukset paranisivat. Tutkimussuunnitelmissa tulisi olla riittävästi tilaa kansainväliselle laadunvalvonnalle tai vertailututkimukselle.

VYHA:n laboratorioden analyttisen laadunvalvonnan hoitamiseksi tarvittaisiin erityissuunnitelma. Tutkimuslaboratorio korostaa aivan oikein tehokasta ja korkealaatuista sisäistä laadunvalvontaa esiasteena laboratorioden välisten systemaattisten virheiden testauksessa. Tarkistusnäytteiden lähettäminen ongelmallisten määritysten havaitsemiseksi on tarkoituksenmukaista voimavarojen käytön kannalta ja auttaa ylläpitämään ja parantamaan kansallisia standardimenetelmiä. Mutta järjestelmällinen suunnitelma - joka voi sisältää yllätystarkistuksia - on välttämätön, jotta voidaan varmistaa, että kaikki kriittiset tekijät on otettu huomioon ja jotta tutkimus- ja analysointiohjelmille aiheutuisi mahdollisimman vähän haittaa. Ohjelman tulisi laajentua käsittämään elinkeinoelämän laboratorioden laadunvalvonta, varsinkin niiden, jotka vesi- ja ympäristöhallituksen hyväksyminä tekevät velvoitetarkkailumäärittäyksiä<sup>1</sup>. Esille tulleet valituksiin, joiden mukaan lisääntyneet palveluanalyysien tarpeet tekevät vaikeaksi irrottaa riittävästi aikaa laadunvalvonnan rutiinin omaiseen toteuttamiseen, vastaus on, että tehokas tutkimussuunnitelma auttaa tutkimuslaboratoriota ja piirilaboratorioita suunnittelemaan olennaisen valvonta- ja kalibrointityön aikataulun. Suunnitelma auttaisi myös johtoa ymmärtämään, että 10 - 20 prosenttia laboratorion työpanoksesta tulisi käyttää laboratorion oman tason ylläpitämiseen ja parantamiseen. On parempi tuottaa 80 - 90 tulosta tunnetulla ja riittävällä tarkkuudella, kuin tuottaa 100 tulosta, joista osan tarkkuus on tuntematon ja mahdollisesti riittämätön.

Laboratorioden tulevaisuuden suunnitelma voi sisäl-

---

<sup>1</sup> Suomentajan huomautus: Englanninkielisessä tekstissä lisä- ja hätätilannemäärittäykset.



tää myös koulutusta, täydennys- ja uudelleen koulutusta sekä henkilökunnan kiertoa eri tehtävissä ja eri laboratorioissa. Kokemus on osoittanut, että laboratoriotyöskentely ja työmoraali paranevat, kun henkilökuntaa siirretään sopivin välein vaativista mutta kapea-alaisista erikois- ja rutiinitehtävistä, joita nykyaikaiset analysointitehtävät usein ovat. Myös henkilökunnan kannustaminen taitojen lisäämiseen ja osallistumiseen uusiin tehtäviin parantavat laboratoriotyöskentelyä. Erityisesti piirilaboratorioiden analyttisen tason nostaminen ja kehittäminen avaavat mahdollisuuksia vaihtaa henkilökuntaa piirilaboratorioiden ja tutkimuslaboratorion välillä tiedonvaihtoa ja analyttistä laadunvalvontaa varten laadittujen suunnitelmien mukaisesti.

#### 4.2.3 Tutkimussuunnittelu ja tietojärjestelmät

Automaattista tietojenkäsittelyä, maastotietojärjestelmää ja laajaa ympäristötietojärjestelmää koskevat kiitoksen ansaitsevat ohjelmat (kohdat 3.6 ja 3.7) olivat ehkä parhaiten laadittu tulevaisuuden suunnitelma, johon arviointiryhmä tutustui VYHA:ssa. Näiden ohjelmien kehittämisaikataulu ulottuu aina vuoteen 1995. Vaikka suunnitelman tekijät ovat nähneet vaivaa tietolähteiden ja tietojen ominaisuuksien määrittämiseksi sekä tietojen käyttäjien tarpeiden selvittämiseksi, järjestelmät ovat tällä hetkellä pääasiassa tietojärjestelmäasiantuntijan näkemys siitä, mitä tietojärjestelmän tulisi olla.

Arviointiryhmän mielestä tässä vaiheessa on tarpeen kytkeä maastotietojärjestelmän ja ympäristötietojärjestelmän kehittäminen selvästi VYHA:n keskipitkän tähtäyksen tutkimussuunnitteluun. Erilaiset tutkimustehtävät ja -tarpeet voidaan tällöin suhteuttaa kehittyviin tietojenkäsittely- ja informaatiomahdollisuuksiin sekä ympäristötietokeskuksen toimintaan. Informaatiojärjestelmien suunnittelu puolestaan voi hyötyä tutkimuksen tuloksena syntyvästä uudesta tiedosta.

#### 4.3 KOORDINOINTI MUIDEN VALTION LAITOSTEN TOIMINNAN KANSSA

Suomessa, kuten muissakin pitkälle kehittyneissä maissa, hoitavat useat ministeriöt ympäristöministeriön ohella ympäristönsuojelua ja uusiutuvien luonnonvarojen käyttöä koskevia asioita. Monet näistä rahoittavat myös tutkimusta, ja täten VYHA:n tutkimuslaitoksen ja laboratorioiden lisäksi on useita muita valtion tutkimuslaitoksia, joissa käsitellään ympäristöön liittyviä tieteellisiä ongelmia. On laitoksia, jotka tutkivat maatalouden, metsätalouden, teollisuuden ja yhdyskuntien kysymyksiä ja joiden tutkimustulokset ovat suoraan sovellettavissa ympäristöministeriön hallinnonalalla; toisaalta nämä laitokset ovat oman työnsä vuoksi riippuvaisia muualla tehdyn ympäristöntutkimuksen tuloksista. Lisäksi on vielä muita laitoksia, kuten VTT, jolla kansallisena

teknisen tutkimuksen keskuksena on läheisiä yhtymäkohtia myös VYHA:n tehtäviin.

Esille tulleiden lukuisten ja laajojen yhteyksien ja VYHA:n tutkimusprojekteille ominaisten yhteistyöhankkeiden perusteella arviointiryhmä päätteli, että yhteydet muihin tutkimuslaitoksiin olivat lähes poikkeuksetta hyvät, joskin odotettua etäisemmät (kohta 2.5.2). Entinen vesihallitus tunnettiin pätevänä tieteellisenä elimenä, joka hoiti omat tehtävänsä ja tuotti laajalle käyttäjäjoukolle arvokasta luotettavaa tietoa; tämä hyvä maine on periytynyt koko VYHA:lle. Ei ole tarkoituksenmukaista, että kansainvälinen arviointiryhmä kommentoi Suomen sisäisiä, laitosten tai keskushallinnon ja paikallishallinnon välisiä suhteita, mutta ryhmä saanee huomauttaa, että muista maista saadun kokemuksen ja Suomesta tehtyjen havaintojen mukaan hyviä suhteita on jatkuvasti hoidettava ja edistettävä; niitä ei voida pitää itsestäänselvyyksinä.

VYHA on tällä hetkellä ansaitusti keskeisessä asemassa valtionhallinnon tieteellisessä hierarkiassa. Se on teknisesti pätevä, sen maine tieteellisenä yhteistyökumppanina on hyvä, ja lähes kaikki kannattavat vesivarojen ja ympäristönsuojelun tutkimuksen lisäämistä. Kuitenkin VYHA:n suuntautuessa yhä enemmän vastuualueensa "ympäristöpuolelle" samalla kun ympäristökysymykset ja niiden vaikutukset talouteen, kansanterveyteen ja kansainvälisiin suhteisiin saavat keskeisen aseman valtion politiikassa, ovat ristiriidat eri intressien ja laitosten välillä todennäköisempiä. Tutkimusohjelmat sidotaan yhä läheisemmin erilaisiin toimintasuunnitelmiin, ja koska niiden päämäärät eivät aina ole yhteneviä, tutkimusyhteistyö saattaa vaikeutua.

VYHA:n johtoa kehoitetaan pitämään mielessä hyöty, joka saadaan kiinnittämällä erityistä huomiota vaivatoman yhteistyön ilmapiirin ylläpitämiseen ja suoriin yhteistyöprojekteihin muiden valtionhallinnon laitosten kanssa aina, kun se on mahdollista. Selkeästi määritellyt tavoitteet, selkeä tutkimusohjelma ja hyvät keskustelukanavat auttavat hyvien suhteiden luomista ministeriöihin ja muihin laitoksiin ja tätä kautta tutkimusohjelmien luonnollista yhteensovittamista. Olisi edullista, jos VYL:n ja VYP:ien tutkijoita rohkaistaisiin ottamaan selvää muiden laitosten ja virastojen ohjelmista (kohta 2.5.2). Lisääntynyt ja vilkastunut epävirallinen tietojen vaihto koko Suomen ympäristötieteen yhteisössä voisi myös auttaa laitosten välisen yhteistyöilmapiirin kehittämisessä.

Ympäristötietokeskuksen (kohta 3.7) ja Suomen maastotietojärjestelmän (kohta 3.6) perustaminen luovat vankan pohjan lisääntyvälle ja pysyvälle yhteistyölle niiden monien laitosten kanssa, jotka toimittavat tietoa näihin järjestelmiin. Siteet aineiston tuottamisen ja yhteistyötutkimuksen välillä ovat tärkeitä, ja pitäisi huolehtia niiden pysymisestä vahvoina.

#### 4.4 VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON TUTKIMUKSEN ORGANISOINTI

Vaikka VYHA:n organisaatorakenteen tarkastelu ei kuulunut arviointiryhmän toimeksiantoon, ryhmää pyydettiin arvioimaan tutkimuksen järjestämisen tehokkuutta. Ryhmän keskustelut VYL:n toimistopääliköiden ja tutkimuksen vetäjien kanssa johtivat lähes poikkeuksetta keskusteluun siitä, miten nykyinen organisaatio- ja hallintorakenne ja nykyiset velvoitteet sopivat yhteen ympäristöntutkimuksen uusien, muuttuvien tarpeiden kanssa.

Suurimmat huolenaiheet tässä suhteessa ovat

- VYHA:n ympäristötehtävien laajentuminen ilman, että rahoitus ja henkilöstö lisääntyvät samassa suhteessa
- ympäristöasioiden lisääntyvä poliittinen ja toiminnallinen merkitys ja niiden ulottuminen ympäristöministeriön ja VYHA:n vastuualueiden ulkopuolelle
- ympäristöntutkimuksen kohteiden laaja-alainen ja monitieteinen luonne, joka vähentää klassisen tieteenalakohtaisen tutkimuksen merkitystä mutta toisaalta vaikeuttaa tieteellisten standardien määrittelyä
- hallinnon hajauttamispyrkimykset ja alueellisten ympäristöongelmien kasvava merkitys
- ongelmat, joita esiintyy yleisen ympäristötiedon keruun, ympäristön seurantaohjelmien ja monitieteisten tutkimusohjelmien tarpeiden yhteensovittamisessa
- sekä Suomen että kansainvälisen ympäristöntutkimuksen nopea edistyminen, joka johtaa uusiin painotuksiin ja uusiin (tavallisesti myös kalliimpiin) laitetarpeisiin sekä ongelmiin tasapainon saavuttamisessa kansainvälisten hankkeiden ja tärkeiden kotimaisten hankkeiden välillä
- se tosiasia, että samalla kun VYHA:n tieteelliset voimavarat ovat rajallisia, Suomessa on yhä lisää hyvälaatuista ympäristöntutkimuskapasiteettia yksityisellä sektorilla ja korkeakouluissa.

Nämä kysymykset eivät ole toisistaan erillisiä; jotkut menevät päällekkäin, jotkut ovat suuntautuneet eri suuntiin, toiset koskettavat vain osa-aluetta kun taas toiset ovat hyvin laaja-alaisia. Mutta ne kaikki ovat tulleet tärkeämmiksi ympäristöministeriön perustamisen jälkeen (viisi vuotta sitten) ja myös vesi-hallinnon 1986 toteutetun organisaatiouudistuksen jälkeen, jolloin nykyinen vesi- ja ympäristöhallinto perustettiin ympäristöministeriön alaisuuteen. Ne kaikki myös vaikuttavat suoraan VYL:n ja VYP:ien tutkimuksen organisointiin ja sitä kautta tutkimuksen

tuloksellisuuteen ja laatuun. Myös arviointityön aikana (tammikuu - elokuu 1988) VYL:n vanhemmat tutkijat kiinnittivät huomiota näihin seikkoihin.

Arviointiryhmä ei halua kommentoida VYHA:n organisaatiota sinänsä. Voi kuitenkin olla mielenkiintoista tuoda esille eräitä yhteisiä vaikutelmia, joita syntyi arvioinnin aikana. Ne eivät seuraavassa esiinny tärkeysjärjestyksessä, eivätkä ne ole kannanottoja puolesta tai vastaan nykyisen organisaation muuttamisesta ajatellen:

- Tutkimustehtävien siirto piirihallintoon on tosiasiassa, ja tämä toimintapolitiikka todennäköisesti säilyy. Tietyt toimenpiteet vaikuttavat toiseen suuntaan, esimerkiksi erikoislaitteiden hankkiminen tutkimuslaboratorioon; nämä parannukset voivat kuitenkin lisätä alueellisen tutkimuksen itsenäisyyttä ja tehokkuutta. Seuraukset näyttävät melkein poikkeuksetta olevan myönteisiä, mutta ne herättävät myös kysymyksiä tieteellisistä ja hallinnollisista suhteista VYL:n ja VYP:ien välillä, ja ne pitää ratkaista hyvissä ajoin.
- Tärkeiden ympäristökysymysten tutkimus tulee yhä enemmän koskettamaan VYL:n eri yksiköjä ja myös eri piirejä. Tieteellisen tehokkuuden ja taloudellisuuden vuoksi tulee tällöin kehittää menettelyt tutkimuksen johtamiseksi ja voimavarojen kohdentamiseksi niin, että yhteistyöstä tulee normaalia toimintaa, kuitenkin heikentämättä yksiköiden päälliköiden asemaa tai hämärtämättä vastuuta varojen käytöstä.
- Yhteishankkeet valtion eri laitosten, korkeakoulujen ja elinkeinoelämän sekä muiden maiden kanssa tulevat yhä tavallisemmiksi suomalaisessa ympäristöntutkimuksessa. Tulisikin kiinnittää huomiota niihin muotoihin, joilla VYHA ja sen tutkijat ottavat osaa näihin hankkeisiin, niin että se voi tapahtua ilman tarpeetonta byrokratiaa mutta kuitenkin VYHA:n johdon hallinnassa.
- Ympäristötietokeskuksen perustaminen VYH:een tarjoaa tarvittaessa mahdollisuuden selkeyttää tutkimustoiminnan, ympäristön seurannan tehtävien ja tietokeskuksen välisiä suhteita.

#### 4.5 SUHTEET KORKEAKOULULAITOKSEEN JA SUOMALASEEN TIEDEYHTEISÖÖN

Monessa kohdassa tässä raportissa arviointiryhmä on kommentoinut VYHA:n tutkimuksen yhteyksiä korkeakoulujen ja elinkeinoelämän suorittamaan ympäristöntutkimukseen ja korostanut niiden voimistamisen merkitystä. Ryhmä on tietoinen siitä, että suhteet ovat kokonaisuutta ajatellen kunnossa vaikkakin yllättävän etäiset Suomen kaltaisessa maassa, jossa tieteellinen yhteisö on verraten pieni. Ryhmä on myös selvillä

siitä, että oleelliset muutokset tieteellisissä yhteyksissä vaativat lisää rahaa. Yliopistojen nykyisestä ympäristöntutkimuskapasiteetista saattaisi olla suoraa hyötyä VYHA:n tutkimukselle tietyillä aloilla, kuten mikrobiologiassa, jossa VYHA:n voimavarat eivät ole riittäviä edes sen omia tarpeita ajatellen; yliopistot eivät kuitenkaan voi olla avuksi, ellei niille anneta lisäresursseja. Yhteissuunnittelu ja yhteiset toimet tämän ongelman ratkaisemiseksi tuntuivat hyödyllisiltä.

VYHA:n, yliopistojen ja muiden ympäristöntutkimusta tekevien yhteisöjen välisen suhteen luonne riippuu ratkaisevasti VYL:n tavoitteenasettelusta - haluaako VYL olla alan johtava tutkimuslaitos, vai tyytyykö se tekemään ympäristöhallintoa välittömästi palvelevaa tutkimusta jättäen huippututkimuksen muille (kohta 2.2)? Arviointiryhmä epäilee, ettei vastaus ole kumpikaan näistä ääritapauksista; selkeä linjanveto olisi kuitenkin erittäin tärkeätä viranomaisille, johdolle ja henkilöstölle sekä ulkopuoliselle tiedeyhteisöllekin. Selkeä VYL:n tavoitteiden määrittely, säännölliset "viisivuotistutkimussuunnitelmat" sekä vuotuiset koko VYHA:n tutkimusohjelmat, joihin muu tiedeyhteisö voi ottaa kantaa, voisivat edistää yhteistyötä yliopistojen kanssa ja toisaalta auttaa VYHA:n tutkimussuunnittelua.

#### 4.6 KANSAINVÄLISET TEHTÄVÄT JA VELVOITTEET

Arviointiryhmällä on, onneksi, vain vähän sanottavaa VYHA:n kansainvälisistä tieteellisistä yhteyksistä ja suhteista, koska ne ovat kaiken kaikkiaan hyvät. Lähes jokaisella tutkimusalueella on ilmeistä, että johtavilla tutkijoilla on hyvä käsitys oman alansa kansainvälisestä kehityksestä ja että heillä on yhteyksiä siihen. Suomalaiset tutkimustulokset julkaistaan sopivassa suhteessa kansainvälisissä ja kotimaisissa julkaisuissa. Joitakin poikkeuksia tästä yleisestä havainnosta käsitellään luvuissa 2 ja 3.

Ryhmä havaitsi (kohta 2.3), että suomalaisten tutkijoiden osallistuminen kansainvälisten tieteellisten järjestöjen toimintaan oli vähäistä, ottaen huomioon Suomen tieteen vakiintuneen aseman ja VYL:n kansainvälisten julkaisujen suuren määrän. Tämä voi johtua perinteistä; se voi johtua hallinnollisista seikoista, jotka eivät kannusta tutkijoita (erityisesti nuorempia tutkijoita) osallistumaan kansainvälisiin kokouksiin ja ryhtymään aktiiviseen toimintaan alansa järjestöissä. Joka tapauksessa arviointiryhmä toivoo, ettei tilanne johdu mistään aiheettomasta "alemmuudentunteesta" Suomen ympäristöntutkimuksen laatuun nähden. VYHA:n johdon tulisi kiinnittää huomiota tähän, koska hyvän ympäristötieteen elinvoima piilee kansainvälisessä vuoropuhelussa, ja on todella huonoa taloudenpiitoa jos matkarahojen puute tai jokin byrokraattinen senioriteettisääntö estää tuotteliasta tutkijaa testaamasta tutkimustuloksiaan kansainvälisen kriitti-

sen yleisön edessä, ja tuomasta, hyvin pienillä kustannuksilla, muiden maiden parhaita ideoita palvelemaan Suomen ongelmien ratkaisemista.

Paikallisten ja alueellisten ympäristöongelmien nopea muuttuminen maailmanlaajuisiksi kysymyksiksi, jotka vaativat kansainvälisiä toimenpiteitä - esim. ns. Brundtlandin komission (World Commission on Environment and Development) suositukset sekä ilmastonsuurmuutoksista käyty keskustelu - samaan aikaan kun biologiset, geofysikaaliset ja kemialliset tieteet ovat nopeasti yhdistymässä ja yhteiskuntatieteet ja luonnontieteet ovat lähestyneet toisiaan, on johtamassa tilanteeseen, jossa ympäristöntutkimus yhä enemmän toteutetaan kansainvälisinä monitieteisinä ohjelmina tavallisesti jonkin suuren kansainvälisen tieteellisen järjestön johtamana. Suomi osallistuu tähän toimintaan. Se on jo kauan tehnyt näin, alkaen maan tärkeästä panoksesta kansainvälisessä "The International Polar Year 1882 - 83 -ohjelmassa". Ja monet aiheet, joita tieteen "uusi aalto" käsittelee, koskettavat keskeisesti Suomen taloudellisia, ympäristöllisiä, yhteiskunnallisia ja tieteellisiä kysymyksiä.

Jokaisen maan on reagoitava ja osallistuttava näihin maailmanlaajuisiin ja kansainvälisiin ohjelmiin omalla tavallaan voimavarojensa ja mielenkiintonsa sekä kansallisten ja kansainvälisten painotustensa mukaan, ottaen myös huomioon missä määrin meneillään oleva kotimainen tutkimus voi suoraan tai muunnettuna edistää kansainvälistä tutkimusta. Koska monet meneillään tai suunnitteilla olevista kansainvälisistä ohjelmista koskevat vesi- ja ympäristöasioita, VYHA:n osallistumisen laajuudella ja osallistumistavalla tulee olemaan suuri vaikutus Suomen kansainvälisen tieteen kuvaan ja tehokkuuteen tulevana vuosikymmeninä.

Arviointiryhmä kehottaa VYHA:a tarkoin harkitsemaan omaa ja yleensä suomalaista osallistumista ympäristöalan kansainvälisiin ohjelmiin. Samalla kun jokaista toimintoa on punnittava sellaisenaan ja tutkimuksen tulee sopia VYHA:n tavoitteisiin, on toivottavaa, ettei tehdä ennenaikaisia tai opportunistisia päätöksiä Suomen asemasta maalle tärkeissä suurissa ohjelmissa. Ryhmä kehottaa VYL:n johtoa tarkasti harkitsemaan, miten se sovittaa nämä kansainväliset ohjelmat omaan ohjelmaansa. Ellei Suomen Akatemia tai jokin muu elin ole selkeästi ottanut kansallista johtoa käsiinsä, VYL voisi olla aloitteen tekijänä Suomen osallistumisessa Maailman ilmastotutkimusohjelmaan (World Climate Research Programme), IHP-ohjelmaan (International Hydrological Programme), Ihminen ja biosfääri-ohjelmaan (Man and Biosphere Programme), Geosfääri-biosfääriohjelmaan (Geosphere-Biosphere Programme), ja mahdollisesti muihin ohjelmiin; tällöin suomalainen tutkimus voisi osallistua näihin ohjelmiin tavalla, joka mahdollisimman hyvin hyödyttäisi sekä Suomen että maailman tiedettä.

#### 4.7 YMPÄRISTÖINFORMAATIO, YMPÄRISTÖTIETOISUUS JA YMPÄRISTÖETIIKAN KEHITTYMINEN

VYHA:n tutkimuksen tehokkuuden ja hyödyllisyyden sekä tulosten sovellettavuuden ja merkityksellisyyden arviointi (liite 3) ei olisi täydellistä ilman arviota siitä, kuinka tehokkaasti ja asiaankuuluvasti työn tulokset siirretään päätöksentekijöille, suurelle yleisölle ja elinkeinoelämälle. Aihe vaatii VYHA:lta vakavaa perehtymistä ja tutkimista ja sen selvittäminen on aivan erilaista kuin luonnonilmiöiden ja ympäristömuutosten tutkimus.

Arviointiryhmä löysi vain vähän merkkejä siitä, että VYHA:ssa olisi kiinnitetty tieteellistä huomiota informoinnin ja tiedottamisen tavoitteisiin, muotoihin ja onnistumiseen, hallinnon omien tutkimustulosten siirron tekniikkaan tai niiden menetelmien tehokkuuteen, joilla muiden tutkimuslaitosten tai suuren yleisön tarpeet otetaan huomioon VYL:n ja piirien tutkimustyössä. Enimmäkseen nämä asiat on jätetty VYL:n ja piirien tutkimusjohdolle sekä yksittäisten tutkijoiden aloitteellisuuden, "maalaisjärjen" ja tiedotuskykyjen varaan. Tiedottamisen välineet ovat olleet traditionaalisia, tapauskohtaisia, tai ne ovat vastanneet tilanteen erityisvaatimuksia. Kokonaisuutena tiedottamisella on pystytty palvelemaan melko menestyksellisesti asiaa tuntevien sekä kyseisen alan tutkimuksista ja tutkimustuloksista kiinnostuneiden tarpeita. Saavutetaanko tiedottamisella VYHA:n tai ympäristöministeriön tavoitteet tai ne tahot, jotka mahdollisesti hyötyisivät tutkimuksesta mutta eivät ole siitä tietoisia, on toinen asia (kohta 3.3).

Kun otetaan huomioon VYHA:n laajentunut tehtäväalue ja tutkimuksen kasvanut aihepiiri, tutkimuksen käyttämä uusi tekniikka ja tästä johtuvat laajat mahdollisuudet tutkimustulosten esittämiseen sekä tutkittavien ympäristöongelmien huomattavasti entistä suuremmat taloudelliset, sosiaaliset ja poliittiset kytkennät lisättynä päätöksentekijöiden ja eri kohderyhmien kasvaneella ympäristönsuojelullisella ja tieteellisellä kokeneisuudella, on syytä kysyä ja arvioida perinteisen tiedottamisen ja tiedon teknisen siirtämisen riittävyttä. Vaikka VYL:n ja VYP:ien tutkimusjohto on erittäin tietoinen, asialle omistautunut ja kiinnostunut siitä, että sen johtama tutkimus on tehokasta ja tuloksista tiedotetaan niitä mahdollisesti tarvitseville, voidaan kuitenkin ajatella, että se ei ole paras arvioimaan tutkimustuloksista tiedottamisen tehokkuutta. Näin saattaa asian laita olla etenkin lähitulevaisuudessa, kun yhä suurempi osa tutkimuksesta on sellaisilta aloilta, jotka ovat johtajien oman asiantuntemuksen ulkopuolella, ja joiden tulokset on tarkoitettu ensisijaisesti yleisölle, joka poikkeaa perinteisistä suomalaisen vesien- ja ympäristöntutkimuksen tulosten "käyttäjistä". Ympäristöntutkimuksen tiedottamisen tehokkuuden ja parhaiden tiedotusmenetelmien valinnan ja kehittämisen tutkimus vaatii tieteellisen tiedottamisen asiantuntijoiden eikä vain ympäristötieteiden asiantuntijoiden

ja viranomaisten mukanaoloa.

Arviointiryhmä ehdottaa, että VYHA harkitsisi pientä, jatkuvaa ohjelmaa, jossa tutkittaisiin tietoyhteyskäyttöä kaikkiin sen tuottaman teknisen ja tieteellisen tiedon tarvitsijoihin. Riittävä tieto ympäristöstä ja ympäristökysymysten ymmärtäminen ovat nyt niin keskeisen poliittisen, taloudellisen, sosiaalisen ja kulttuurillisen mielenkiinnon kohteena Suomessa, että kansallisen ympäristöntutkimusorganisaation ei pidä käyttää julkisia varoja ympäristön tutkimiseen ilman, että samaan aikaan käytetään hyväksi tiedottamisen tarjoamat mahdollisuudet parantaa tutkimustulosten välittämisen taloutta ja tehokkuutta. Arviointiryhmä ehdottaa, että tällainen tutkimus tehdään mieluummin VYH:ssa tai VYHA:ssa kuin erillisenä VYL:ssa ja VYP:eissä. Saattaa olla, että tutkimuksen tulisi koskea myös VYH:n toiminnallisia osastoja - vesistö-osastoa ja vesien- ja ympäristönsuojeluosastoa.

VYHA:n tiedottamisen tehokkuutta ei pidä arvioida vain sillä perusteella, ovatko tulokset ajallaan käyttökelpoisessa muodossa saatavilla, vaan myös sen nojalla, edistävätkö tulokset myönteisellä tavalla suuren yleisön tietoutta ympäristöasioista ja ympäristön merkityksestä Suomessa ja edelleen, edistävätkö ne ympäristöetiikan kehittymistä kaikilla yksityisen, liike-elämän ja julkisen elämän aloilla Suomessa. Ilman tätä etiikkaa ympäristönsuojelusta tulee säädösten, kieltojen ja rangaistusten, ei sosiaalisen omantunnon, asia ja luonnonvarojen käytöstä ja hoidosta voittajien ja häviäjien välistä kilpailua eikä keino kestävän vaurauden saavuttamiseen elinvoimaisessa ja tuottavassa maassa. Kolme asiaa, joita on kosketeltu arviointiryhmän työssä ja tässä raportissa, ovat erityisen tärkeitä ottaen huomioon sen roolin, joka tehokkaalla hallinnon tutkimustuloksista tiedottamisella voi olla pidettäessä yllä ja edistetessä ympäristötietoutta ja positiivista ympäristöetiikkaa Suomessa:

- seurantatiedon ja tutkimustulosten kerääminen ympäristötietokeskukseen (kohta 3.7)
- järjestelmällisen menettelyn kehittäminen uuden tieteellisen tiedon julkistamiseksi ja tekniseksi siirtämiseksi sekä tutkimuksen tuloksellisuuden seuraamiseksi (kohta 2.5.5)
- VYHA:n valmistelemat, suurelle yleisölle suunnatut määräaikaishavainnot Suomen ympäristön tilasta ja sen muutoksista varustettuna kunnollisilla selvityksillä viimeaikaisten ympäristönsuojelutoimenpiteiden onnistumisista ja epäonnistumisista sekä tulevaisuuden katsauksella.



## 5 EHDOTUKSIA JA SUOSITUKSIA

Arviointiryhmälle annettu päätehtävä oli arvioida VYHA:n (liite 5) tutkimustoimintaa eikä sitä, miten toimintaa tulisi muuttaa. Tieteellisen tutkimuksen luonteeseen kuitenkin kuuluu, että sitä voidaan aina parantaa ja niinpä tieteellisen työn laadun ja tarkoituksenmukaisuuden syvälliseen tarkasteluun aina välttämättä sisältyy myös tätä tarkoittavia kannanottoja. VESTA-ryhmä pyysikin arviointiryhmää tekemään ehdotuksia toimista, joilla VYHA:n tutkimuksen tuloksellisuutta ja tutkimustulosten käyttökelpoisuutta voitaisiin lisätä. Tutkimuksen rahoitusjärjestelyt jätettiin kuitenkin tarkastelun ulkopuolelle.

Arviointiraporttiin sisältyykin useita ehdotuksia toimenpiteistä, joilla VYHA:n tutkimustoiminnan laatua voitaisiin parantaa. Jotkin näistä ovat sellaisia, jotka VYL:n ja VYP:ien tutkijat ja tutkimusjohto toivat arviointiryhmän tietoon ja joista jo on paljon keskusteltu VYHA:ssa. Muut ehdotukset syntyivät arviointiryhmän oman työn tuloksena keskusteluista eri tutkimuskokonaisuuksista vastaavien tutkijoiden kanssa, tutustumisesta ryhmälle toimitettuihin tutkimusraportteihin sekä ryhmän jäsenten havaintojen ja käsitysten puntaroinnista. Tässä luvussa ei pyritä esittämään kaikkia ehdotuksia ja havaintoja, sillä useimmat niistä ovat oleellinen osa edeltävään tekstiin sisältyvää arviointia. Voi kuitenkin olla hyödyllistä ottaa lyhyesti esille kolme pääsuositusta ja joukko ehdotuksia, jotka saattavat vaatia erillistä keskustelua VYHA:ssa. Suositusten ja ehdotusten tarkemmat perustelut löytyvät suluissa mainituista raportin kohdista. Suosituksia ja ehdotuksia ei luetella tärkeysjärjestyksessä vaan lähinnä siinä järjestyksessä, jossa ne tulevat tekstissä esille.

### SUOSITUKSET

- 1 Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen tulisi laatia laitoksen tavoiteohjelma, joka uudistetaan määräajoin ja johon laitoksen kaiken tutkimustoiminnan tulee perustua. (Kohdat 2.2, 3.4 jne.)
- 2 Vesi- ja ympäristöhallinnon suorittama hydrologinen ja vesien tilan seuranta tulisi arvioida perusteellisesti kiinnittäen huomiota seurannan käytännön toteutukseen, tulosten käyttökelpoisuuteen sekä kustannusten ja hyödyn väliseen suhteeseen. Arviointiin tulee sisällyttää myös muiden virastojen ja laitosten tekemä vesivaroihin liittyvä seuranta. Arvioinnissa tulee lisäksi tarkastella seurannan suhdetta varsinaiseen ympäristön tutkimukseen. (Kohdat 2.5.4, 3.5.1 ym.)
- 3 Vesi- ja ympäristöhallinnon tulisi ottaa käyttöön järjestelmällinen, avoin tieteellisten toimintojensa suunnittelumenettely, johon kuuluvat vuosittain tarkistettava viisivuotissuunnitelma ja vuotuinen

tutkimussuunnitelma. (Kohta 4.2)<sup>1</sup>

## EHDOTUKSIA

- 1 VYL voisi parantaa tieteellistä tehokkuuttaan a) määrittelemällä avoimesti periaatteet ja menettelyn voimavarojen jakamiseksi tutkimushankkeiden kesken, b) selvittämällä keinot, joilla sen eri yksiköiden yhteistyötä edellyttävät hankkeet toteutetaan ja valvotaan, c) yksinkertaistamalla ulkopuolisen rahoituksen hankkimisessa tarvittavaa menettelyä ja d) määrittelemällä toiminnot, joissa pienellä rahoituslisäyksellä saataisiin aikaan merkittävä tieteellisen tuottavuuden lisäys sekä ohjaamalla näihin toimintoihin muista tehtävistä vapautuvia voimavaroja. (Kohta 2.4.1)
- 2 Tutkimuslaitteiden ja -välineiden hankinnan suunnittelun tulisi olla ennakoivaa ja siinä tulisi ottaa huomioon, paitsi laboratoriolaitteiden, kenttämittausten ja tutkimusteknologian yleismaailmallinen kehitys, myös Suomen eri osien erityisolosuhteet (taigavyöhyke, jään peittämät murtovesirannikot, metsäekosysteemin humusvedet jne.). (Kohdat 2.4.3, 4.2 ym.)
- 3 Sekä VYL:ssa että VYL:n ja VYP:ien kesken tulisi rohkaista sisäistä tieteellistä keskustelua ja tiedonvaihtoa eri tieteenalojen ja hankkeiden välillä, kun VYHA:n tutkimus laajenee uusille ympäristöntutkimuksen aloille. (Kohdat 2.5.1 ja 3.4)
- 4 VYL:n tulisi harkita aloitteen tekemistä tieteellisen kommunikaation lisäämiseksi ympäristöasioissa perustamalla valtakunnallinen ympäristöalan tieteellinen tiedotuslehti (newsletter), tai muilla keinoin saada yhteys ympäristötieteen laajaan suomalaiseen tiedeyhteisöön. (Kohta 2.5.1)
- 5 VYL:n henkilöstöä tulisi rohkaista lisäämään taitojaan ympäristöntutkimuksen monitieteisessä kommunikaatiossa osana kehitystä, jolla menestyksellisesti siirrytään laitoksen laajeneviin ympäristötehtäviin. (Kohta 2.5.2)

---

<sup>1</sup> Suomentajan huomautus: Muiden valtionhallinnon yksiköiden tavoin vesi- ja ympäristöhallitus laatii joka toinen vuosi vesi- ja ympäristöhallinnolle viisivuotisen toiminta- ja taloussuunnitelman (ns. täysi kierros, jota täydennetään välivuotena). Tämän suunnitelman osana on tutkimuksen kehittämissuunnitelma. Vuosittain laaditaan vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimusohjelma; lisäksi kukin vesi- ja ympäristöpiiri laatii oman tutkimusohjelmansa. Arviointiryhmä tarkoittanee, että näiden lisäksi tulisi laatia erillinen keskipitkän aikavälin tieteellinen suunnitelma.

- 6 VYL:n tulisi laatia laaja-alainen henkilöstönsä täydennys- ja uudelleenoulutusohjelma, jossa otetaan huomioon laitoksen laajenevat tehtävät ja ympäristöntutkimuksen nopeasti muuttuvat painotukset ja tekniikat. (Kohdat 2.4.2, 2.5.3 ja 4.2)
- 7 Kun VYHA suunnittelee ja toteuttaa tieteellisiä ohjelmiaan ja pyrkii niissä mahdollisimman hyvään tekniseen tehokkuuteen ja kustannus-hyötysuhteeseen sekä tarkoituksenmukaisuuteen poliittisen ja taloudellisen kehityksen kannalta, sen tulee pitää mielessä ne tärkeät subjektiiviset ja psykologiset hyödyt, joita ympäristöntutkimuksella, hyvällä ympäristötiedolla ja ympäristöprosessien parantuneella ymmärtämisellä kansakunnalle on. (Kohdat 2.5.4 ja 4.7)
- 8 VYL, VYP:t ja VYHA kokonaisuutena hyötyisivät pysyväismenettelystä, jolla uusi tieteellinen tieto ja tekniikka välitetään käyttäjille. Menettelyyn tulee kuulua myös tiedon siirron seuranta ja arviointi. (Kohdat 2.5.5, 3.4, 3.5.9 ja 4.7)
- 9 VYHA:n tulisi pyrkiä yksilöimään ympäristöministeriön ja muiden hallinnonalojen tieteellisen ympäristötiedon tarve ja kehittää tutkimusohjelmiaan sen mukaisesti. (Kohdat 3.3, 3.7 ja 4.7)
- 10 VYP:ien tutkimustavoitteet tulisi määritellä huolellisesti, niin että ne sopivat yhteen valtakunnallisten toimintalinjojen ja tavoitteiden kanssa mutta samalla mahdollisimman joustavasti keskittyvät alueellisesti tärkeisiin kysymyksiin. (Kohdat 3.4 ja 4.4)
- 11 Hallinnon hajasijoituksen edetessä tulisi kiinnittää huomiota alueellisten tutkimusohjelmien aikaansaamiseen, joita toteuttavat yhteistyössä VYHA, muut valtion virastot ja laitokset sekä lääninhallitukset ja kunnat. (Kohdat 3.4 ja 4.4)
- 12 Vesien määrää ja laatua koskevia seuranta- ja tutkimusohjelmia tulisi kehittää eri mittakaavaisina. Niihin tulee sisältyä koko vesistöalueen (valuma-alueen) seurantaohjelma valunnan ja kemikaalien kulkeutumisen määrittämiseksi. (Kohdat 3.5.1 ja 3.7)
- 13 VYHA:n tulisi jatkaa biologisten seurantamenetelmien ja kertymätestien tutkimusta ja testausta. (Kohdat 3.5.1, 3.5.2, 3.5.5 ja 4.4)
- 14 HAPRO-projektissa saadusta tiedosta ja tuloksista sekä tulosten käytöstä ympäristönsuojelupolitiikassa tulisi tehdä arviointi. Samassa yhteydessä tulisi selvittää, mitä seurantatoimia tai jatkotutkimuksia tarvittaisiin, jotta jo tehdystä työstä saataisiin suurin mahdollinen hyöty. (Kohta 3.5.2)
- 15 Mahdollisuutta kiinteämpään yhteistyöhön yliopistotutkimuksen kanssa tulisi selvittää ekotoksikolo-

gian ja eliöihin kohdistuvan myrkkykuormituksen tutkimuksissa. (Kohta 3.5.2)

- 16 Nykyaikaisen toksikologisen asiantuntemuksen ylläpitoa VYHA:ssa tulisi tukea sekä jatkaa Suomen ekotoksikologisiin erityisongelmiin kohdistuvaa vaatimatonta tutkimusohjelmaa. (Kohta 3.5.2)
- 17 Metsätaloudellisten toimenpiteiden vaikutuksia vertailualue menetelmällä tutkivan Nurmes-projektin tukemiseen tulisi löytää keinot. (Kohta 3.5.3)
- 18 Hajakuormituksen tutkimukselle tulisi laatia laaja-alainen suunnitelma, joka toimisi ennakoivana apuvälineenä useiden erillisten ohjelmien yhteensovittamisessa. (Kohta 3.5.3)
- 19 Suomen pohjavesiä koskevasta olemassa olevasta tiedosta ja meneillään olevasta tutkimuksesta tulisi laatia arviointi, jossa otetaan kantaa tiedon ja tutkimuksen riittävyyteen sekä tulevan tutkimuksen painoaloihin. (Kohta 3.5.4)
- 20 Pohjavesitutkimusten tieteellisen hyödyn maksimimiseksi tarvittaisiin suunnittelua, joka varmistaa mm. sen, että teknisluonteisia kokeita täydennetään riittävän kehittyneillä biologisilla tutkimuksilla. (Kohta 3.5.4)
- 21 Suomen järvien biologiselle tutkimukselle tulisi laatia työsuunnitelma, joka toisiaan täydentäen sisältää biologisen seurannan, ympäristön muutoksia kuvaavien bioindikaattoreiden tutkimuksen ja ekologisten simulointimallien kehittämisen. (Kohta 3.5.5)
- 22 Suomen vesistöjen luokittelujärjestelmän tulisi luonnontilan vaihtelun määrittelyn ohella sisältää ihmistoiminnoista aiheutuvien häiriöiden tunnistus ja erittely sekä vesien käyttökelpoisuuden arviointi näiden eri käyttömuotojen ja ekosysteemien ylläpitokyvyn kannalta. (Kohta 3.5.5)
- 23 VYHA:n nykyisiä tutkimustuloksia ja tietopohjaa tulisi muokata muotoon, joka olisi helpommin vesiensuojeluviranomaisten käytettävissä heidän asettaessaan tavoitteita vesien tilalle ja laadulle. (Kohta 3.5.5)
- 24 Suomen mikrobiologiselle tutkimukselle olisi erittäin hyödyllistä, että terveys-, eläinlääkintä-, maatalous-, kalatalous- ja ympäristöviranomaiset yhdessä Suomen Akatemian ja korkeakoulujen kanssa selvittäisivät ja suunnittelisivat yhteistoiminnassa alan tulevia tutkimustarpeita ja painotuksia. (Kohta 3.5.6)
- 25 Suomen tulisi harkita boreaalisen ympäristön mikrobiologista tutkimusta käsittelevän kansainvälisen symposiumin järjestämistä. (Kohta 3.5.6)

- 26 Suomessa on tarpeen luoda enemmän yhteyksiä ja yhteisohjelmia ympäristön seurannasta ja mallittamisesta vastaavien kesken. (Kohta 3.5.7)
- 27 Tutkimuksen johtamiseen ja tieteellisyyteen tulisi kiinnittää huomiota jätteidentutkimuksen ohjelman painoalojen valinnassa ja voimavarojen kohdentamisessa, mukaan lukien eräiden pitkäaikaisten projektien yksilöity budjetointi. (Kohta 3.5.8)
- 28 Jätehuollon hankkeiden suunnitteluun ja rahoitukseen tulisi sisältyä riittävä määrä varmentavia analyysyjä ja seurantatutkimuksia, jotta hankkeet olisivat mahdollisimman tehokkaita ja niiden tulokset saataisiin tehokkaaseen käyttöön. (Kohta 3.5.8)
- 29 VYHA:n tai VYL:n tulisi seurata meneillään olevaa tutkimusta ja hankkia erityisasiantuntemusta myrkyttömien kiinteiden jätteiden suurimittakaa-vaisten ongelmien hallinnassa ja ratkaisemisessa sekä tulla tämän alan tieteellisen tiedon kansalliseksi keskuksiksi. (Kohta 3.5.8)
- 30 Terveysviranomaisten ja VYHA:n välistä yhteistyötä vesihuollon ja jätehuollon tutkimuksessa tulisi edistää. (Kohta 3.5.8)
- 31 Jos idea kansainvälisestä jätteiden vaihdosta osoittautuu elinkelpoiseksi, VYHA:n tulisi valmistautua antamaan tutkimustukea sen ympäristövaikutusten selvittämiseksi. (Kohta 3.5.8)
- 32 VYL:n tutkimuslaboratorion ja VYP:ien laboratorioiden laitteisto ja valmiudet tulisi välittömästi, ja sen jälkeen säännöllisesti, arvioida seuraavan vuosikymmenen jätehuollon ja ympäristönsuojelun tutkimuksen tarpeiden näkökulmasta ottaen huomioon alueellisen teollistumiskehityksen ennusteet. Tutkimuslaboratorioon tulisi vakavasti harkita hankittavaksi korkean erotuskyvyn nestekromatografi (HPLC). (Kohdat 3.5.8 ja 4.2.2)
- 33 Tutkimuslaboratoriossa kehitetty VYHA:n laboratorioihin sovellettava analyttisen laadunvalvonnan suunnitelma tulisi saattaa koskemaan myös niitä teollisuuden laboratorioita, joita VYHA voi käyttää analysoinnissa tai jotka toimittavat analyysitieto- ja VYP:eille. (Kohdat 3.5.8 ja 4.2.2)
- 34 Lisää huomiota tulisi kiinnittää jätteidentutkimuksen tulosten välittämiseen suurelle yleisölle sekä valvonta- ja lupaviranomaisille. (Kohdat 3.5.8 ja 4.7)
- 35 Monitieteisten ja useiden laitosten yhteistyönä toteutettavien laaja-alaisten rakennushankkeiden ympäristövaikutusten arviointiprojektien suunnittelussa ja toimeenpanossa tulisi varmistaa, että myös todellisten vaikutusten ja ennusteiden oikeellisuuden selvittämiseksi tarvittaviin seurantatut-

kimuksiin on riittävät voimavarat. (Kohta 3.5.9)

- 36 VYHA:n eri toiminnoissa tulisi ottaa huomioon Suomen maastotietojärjestelmän (FINGIS) ja ympäristötietokeskuksen tietotarpeet, niin että nämä voivat mahdollisimman tehokkaasti palvella sekä tieteellisiä että yleisiä tarpeita. (Kohdat 3.6, 3.7, 4.1 ja 4.7)
- 37 Tiedonkäyttäjät, erityisesti VYP:t, tulisi mahdollisimman hyvin saada mukaan ympäristötietokeskuksen toimintojen suunnitteluun ja kehittämiseen, niin että tuotettava tieto on käyttökelpoista ja saavuttaa mahdollisimman suuren käyttäjäjoukon. (Kohta 3.7)
- 38 Ympäristön tilaa kuvaavan raportin laadintaan sekä ympäristötiedon kansantajuistamiseen liittyviä ongelmia, lähestymistapoja ja menetelmiä tulisi tutkia huolellisesti ja ottaa huomioon kansainväliset kokemukset. (Kohdat 3.7, 4.1 ja 4.7)
- 39 VYHA:n ja muiden valtionhallinnon tutkimusorganisaatioiden välisen luontevan yhteistyön sisältöön ja ylläpitoon tulisi kiinnittää erityistä huomiota. (Kohta 4.3)
- 40 Yhteisten ympäristöntutkimushankkeiden yleistyessä valtion tutkimuslaitosten, korkeakoulujen ja elinkeinoelämän välillä tulisi hyvissä ajoin tarkastella menettelytapoja, joilla VYHA:n tutkijat näihin hankkeisiin osallistuvat. (Kohta 4.4)
- 41 VYHA:n johdon tulisi selvittää nykyiset toimintatavat ja rajoitukset, jotka edistävät tai estävät sen tutkijoiden osallistumista kansainvälisen tiedeyhteisön toimintaan, jotta voitaisiin poistaa byrokraattiset esteet ja varmistaa, että tieteellisiin matkoihin ja ulkomaiseen osallistumiseen käytetyt varat tuottavat mahdollisimman suuren tieteellisen hyödyn. (Kohta 4.6)
- 42 VYHA:n tulisi johtavana suomalaisena ympäristöntutkimusorganisaationa huolellisesti pohtia osallistumistaan ympäristöä, luonnonvaroja ja globaalisia muutoksia koskeviin kansainvälisiin tutkimusohjelmiin. (Kohta 4.6)
- 43 VYHA:n tulisi harkita pienekköä jatkuvaa ohjelmaa, jolla tutkitaan miten tehokkaita ovat sen tiedotusyhteydet ja tutkimustulosten siirto niille, joita sen on tarkoitus palvella. (Kohta 4.7)

**THE INTERNATIONAL EVALUATION GROUP****CHAIRMAN**

**ERNEST FREDERICK ROOTS.** Science Advisor, Department of Environment, Ottawa, Canada. M.A.Sc. (Geological Engineering) University of British Columbia; Ph.D. (Geology) Princeton University. Research in geology, geophysics, glaciology, polar environments, natural resources management, science policy, environmental policy. Member, preparatory team for United Nations Conference on the Human Environment, and many subsequent United Nations and OECD environmental activities. Member, Group of Environmental Experts to the Economic Summit. Former President, International Commission on Snow and Ice, and member of Bureau of International Association of Hydrological Sciences. Founding member of Comité Arctique International and of Arctic Ocean Sciences Board. Chairman, Canadian Arctic Working Group for the International Geosphere-Biosphere Programme. Invited member of the Bureau, International Coordinating Council of the UNESCO Man and the Biosphere Programme. Chairman, Canadian Environmental Assessment Research Council. Science Advisor to Canadian Environmental Advisory Council. Member, National Research Council Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality.

**MEMBERS**

**LARS GOTTSCHALK.** Professor, Department of Geophysics, University of Oslo, Norway. B.Eng. (Civil Engineering) University of Lund; Ph.D. (Water Resources Engineering) University of Lund. Former Chief, Hydrological Research Department, Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Norrköping; and Professor, Department of Water in Nature and Society, Linköping. Research in water resources management, hydrological processes, and hydrology in semi-arid regions. Secretary of International Commission on Water Resources Systems; member, International Association of Hydrological Sciences Working Group "Hydrology 2000"; member of Norwegian Committee for the International Hydrological Programme; member of editorial board of journals "Nordic Hydrology" and "Water Resources Management". Former member of Fresh Water Commission of the Swedish Environmental Board. Member of consultative Commissions to Mali, Egypt, India on water resources problems.

**DAVID HUNT.** Principal Marine Scientist and Programme Manager for Analysis and Monitoring, United Kingdom Water Research Centre, Medmenham, United Kingdom. B.A. (Chemistry) Imperial College; M.A., Ph.D. (Marine Chemistry) University College of North Wales. Research on biogeochemistry of fresh and saline waters, analytical methods, ecotoxicology, waste disposal. Chairman, Sub-committee on Accuracy and Precision of the British Standards Institution Committee on Water Quality. Past member, U.K. Standing Committee of Analysts for the Water Cycle, and past chairman, Analytical Quality Control Committee for harmonized river water monitoring, of the Department of the Environment. Consultant to World Health Organization on Analytical Quality Control. Rapporteur for Water Group on Internationally Compatible Environmental Data of the ICSU Committee on Data for Science and Technology (CODATA). Co-author of textbook on "The Chemical Analysis of Water: General Principles and Techniques", second edition 1986.

**SVEN-OLOF G. RYDING.** Senior Environmental Advisor, Federation of Swedish Industries, Stockholm; and Assistant Professor of Limnology at the University of Uppsala. Ph.D. (Limnology) University of Uppsala. Formerly Assistant Professor, Department of Water in Nature and Society, University of Linköping; department manager, Swedish Environmental Protection Board; head of Department, and head of Research, Swedish Environmental Research Institute. Chairman, UNESCO Core Editorial Group for Control of Eutrophication of Lakes and Reservoirs. Member, UNESCO Scientific Advisory Committee for Assessment of Non-point Source Pollution. Member, Task Group for Management of Reservoirs of the International Association for Water Pollution Research and Control. Consultant, OECD Programme on Integration of Natural Resources Management and Water Resources Management Policy. Project leader, China-Sweden Programme of Co-operation in Environmental Science and Technology.

**HISASHI SUMITOMO.** Professor of Environmental and Sanitary Engineering, Kyoto University, Japan. B.S., M.S., Ph.D Kyoto University. Environmental engineer. Research on eutrophication of lakes, biological decomposition and causes of off-flavour in water, by enzymes and antibodies; deactivation of viral contamination; risk assessment of changes in water environment in Japan, USA, Malaysia. Member of Committee for Hydraulic Planning Handbook, Japanese Society of Civil Engineers. Member of Study Group on Virus Control and Off-Flavour Water of International Association for Water Pollution Research and Control. Member, Delaware River Basin Study (U.S.A.).



**ARVIOINTIA AVUSTANUT SUOMALAINEN TYÖRYHMÄ (VESTA-RYHMÄ)**

Ympäristöministeriö asetti suomalaisen työryhmän, jonka tehtävänä oli suunnitella arviointi, tehdä kaikki tarvittavat etukäteisvalmistelut sekä avustaa kansainvälistä arviointiryhmää teknisissä kysymyksissä.

Työryhmän jäsenet olivat

Tieteellinen sihteeri **Terttu Melvasalo** (puheenjohtaja)  
Itämeren suojelukomissio

Professori **Olli Järvinen**  
Helsingin yliopisto  
Eläintieteen laitos

Professori **Eero Kajosaari**  
Teknillinen korkeakoulu  
Maanmittaus- ja rakennustekniikan osasto

Professori **Pentti Mälkki**  
Merentutkimuslaitos

Tieteellinen johtaja **Per-Edvin Persson**  
Tiedekeskus

Apulaisprofessori **Rauno Ruuhijärvi**  
Helsingin yliopisto  
Kasvitieteen laitos

Erikoissuunnittelija **Anneli Virtanen**  
Ympäristöministeriö

Limnologi **Tuija Talsi** (sihteeri)  
Ympäristöministeriö

## LIITE 3/1

**ARVIOINNIN TAVOITTEET**

Arvioinnille oli asetettu seuraavat ympäristöministeriön 27.10.1987 vahvistamat tavoitteet:

- 1 **arvioida vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimustoiminnan tehokkuutta suhteessa käytettävissä oleviin voimavaroihin (kustannus-hyötyanalyysi)**

Arviointi edellytti, että eri tutkimusohjelmiin kohdennettuja voimavaroja verrattiin näissä ohjelmissa saatujen tulosten laatuun ja määrään.

- 2 **arvioida tutkimustulosten käyttökelpoisuutta ja sovellettavuutta ympäristöhallinnon tietotarpeiden kannalta**

Tulosten käytännön sovellukset ja ohjelmien tarkoituksenmukaisuus hallinnon tarpeiden kannalta tuli ottaa mahdollisimman pitkälle huomioon. Suomalainen avustava työryhmä tiedosti selvästi, että tämä oli kansainväliselle ryhmälle erittäin vaikea tehtävä. Arviointiryhmä ehdottikin, että se saisi mahdollisimman suuren osan tavoittavasta lisäinformaatiosta suoraan vesi- ja ympäristöhallinnolta sekä henkilökohtaisten keskustelujen kautta ryhmän Suomen vierailun aikana.

- 3 **arvioida tutkimusohjelmien tarkoituksenmukaisuutta Suomen ympäristöongelmien kannalta**

Erityisesti seurantaohjelmien toteutuksen ja tarkoituksenmukaisuuden arviointi kiinnosti ympäristöministeriötä ja vesi- ja ympäristöhallintoa. Lisäksi mahdollisten tutkimuksellisten aukkojen (alueet, joita ei tutkita lainkaan tai joita tutkitaan liian vähän) paljastaminen edistäisi ympäristöhallinnon tutkimussuunnittelua.

- 4 **arvioida tutkimusohjelmien ja yksittäisten hankkeiden tieteellistä laatua**

- 5 **arvioida vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimusta suhteessa ympäristöntutkimuksen viimeaikaiseen kansainväliseen kehitykseen**

Lisäksi arviointiryhmä saattoi tarpeen mukaan ottaa kantaa seuraaviin kysymyksiin:

- tutkimuksen yleinen suunnittelu ja organisointi
- vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimuksen käytettävissä olevat voimavarat ja niiden jako eri tutkimusalojen ja -ohjelmien kesken
- tutkimustulosten julkaiseminen ja yleinen tiedon levittäminen

- aineistojen tallentaminen ja käsittely sekä käytettävissä olevat tietojärjestelmät
- yleinen "ilmapiiri" vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksessa, esimerkiksi innovatiivisuus sekä tutkijoiden koulutus- ja pätevöitymismahdollisuudet
- vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen yhteistyö muiden suomalaisten ja ulkomaisten laitosten kanssa.

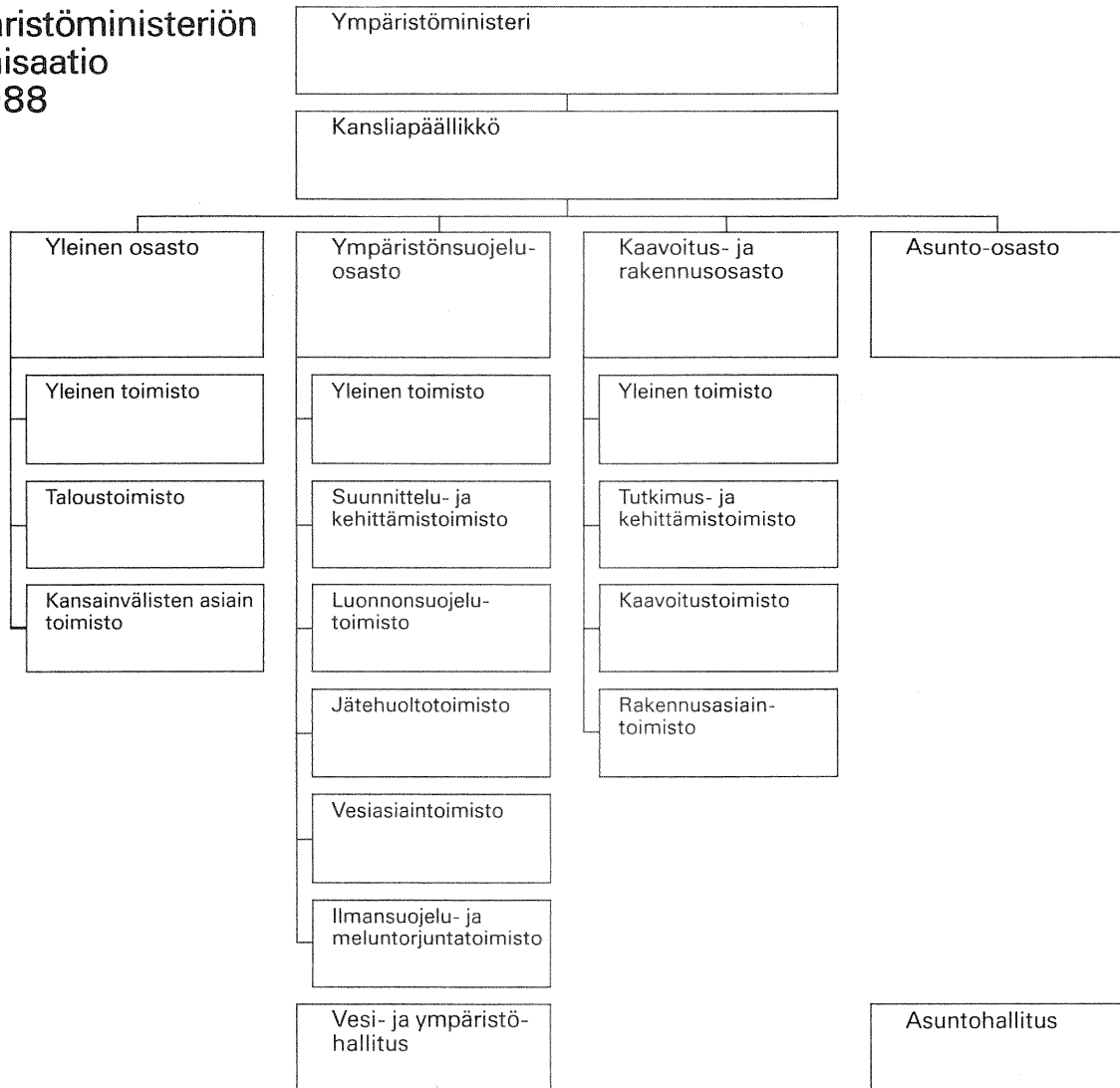
## LIITE 4/1

## KANSAINVÄLISELLE ARVIOINTIRYHMÄLLE TOIMITETUT RAPORTIT

<u>Otsikko</u>	<u>Tunnus</u>
Vesi- ja ympäristöhallinto ja ympäristöntutkimus Suomessa (sisältää taulukon VYHA:n tutkimusvaroista)	NWEA 1/87
Suomessa tehtävät velvoitetarkkailut	NWEA 2/87
Vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimusohjelma 1987	NWEA 3/87
Laboratorio- ja kenttälaitteiden luettelo	NWEA 4/87
Suomen ympäristöpolitiikka (OECD:n ympäristökomitealle luovutettu raportti)	
Katsaus Suomen ympäristöpolitiikkaan (OECD:n ympäristökomitean arviointiraportin luonnos)	
Hydrologinen seuranta Suomessa	NWEA 1a/88
Sisävesien tilan ja laadun seuranta ja tulosten hyödyntäminen	NWEA 1b/88
Sadeveden laadun seuranta	NWEA 1c/88
Ilman epäpuhtauksien vesistövaikutukset Suomessa	NWEA 2/88
Vesistöjen hajakuormitus	NWEA 3/88
Hydrologisten prosessien mallintaminen	NWEA 4a/88
Vedenlaatumallit	NWEA 4b/88
Pohjavesi- ja maavesitutkimukset	NWEA 5/88
Valuma-alueiden hydrologisten ominaisuuksien kartoittaminen	NWEA 6/88
Hydrologiset erityistutkimukset	NWEA 7/88
Ympäristömyrkkytutkimukset	NWEA 8/88
Biologiset vesitutkimukset	NWEA 9/88
Mikrobiologinen tutkimus	NWEA 10/88
Jätehuolto- ja kemikaalivalvontatutkimukset	NWEA 11/88
Jätevesien käsittelyn tutkimukset	NWEA 12/88

Pohjanmaan vesistötöiden vaikutusten tutkimusprojekti ja siihen liittyvät jatkotutkimukset	NWEA 13/88
Tutkimuslaboratorion tehtävät	NWEA 14/88
Vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimus-ohjelma 1988	NWEA 15/88
Suomen ympäristöhallinnon historiallinen tausta	NWEA 16/88
Tutkimusohjelman laadinta ja seuranta vesi- ja ympäristöhallinnossa	NWEA 17/88
Tilasto vesi- ja ympäristöhallinnon akateemisesta tutkimushenkilöstöstä	NWEA 18/88
Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen julkaisut vuonna 1985 (katsaus)	NWEA 19/88
Yhdennetty seuranta Suomessa	NWEA 20/88
Ympäristöntutkimuksen rahoitus Suomessa vuonna 1986	NWEA 21/88
Vesi- ja ympäristöhallinnon kirjasto-palvelut	NWEA 22/88
Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirin tutkimukset	NWEA 23/88
Vaasan vesi- ja ympäristöpiirin tutkimukset	NWEA 24/88
Vesi- ja ympäristöhallinnon automaattinen tietojenkäsittely ja sen kehittäminen	NWEA 25/88

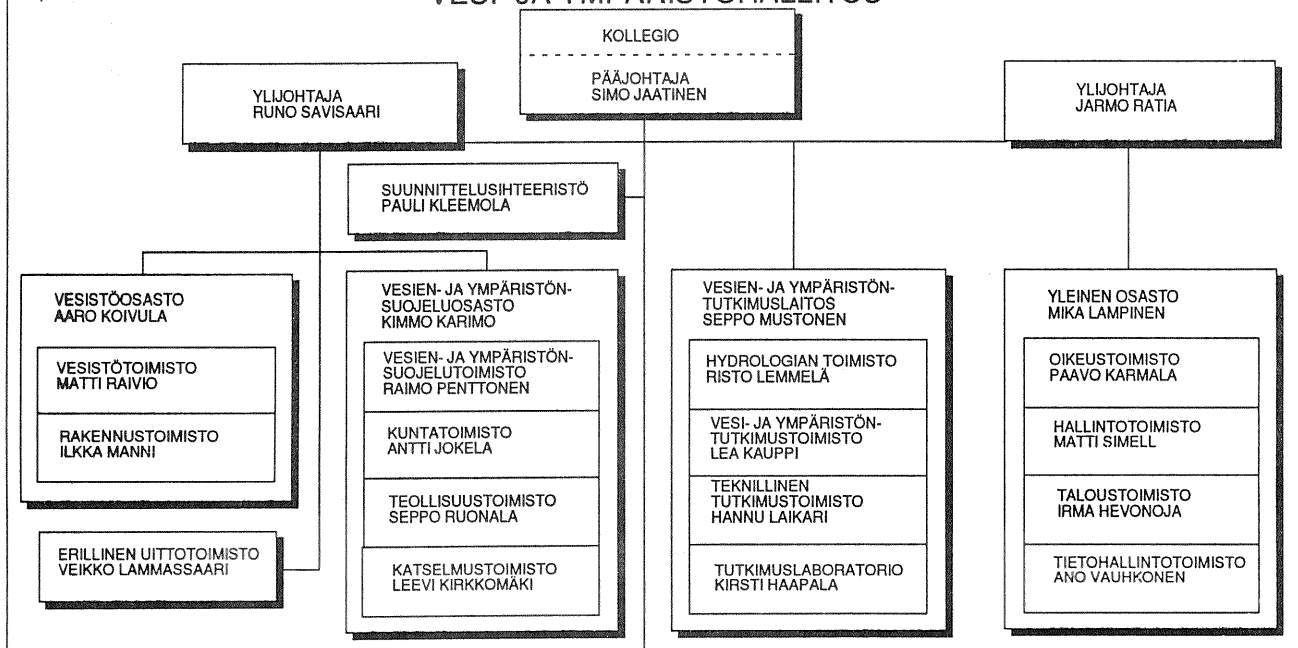
## LIITE 5

Ympäristöministeriön  
organisaatio  
1.3.1988

## VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINTO

1.2.1989

## VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS



## VESI- JA YMPÄRISTÖPIIRIT

HELSINGIN	TURUN	TAMPEREEN	KYMEN	MIKKELIN	KUOPION	POHJOIS-KARJALAN	VAASAN	KESKI-SUOMEN	KOKKOLAN	OULUN	KAINUUN	LAPIN
ESKO TAMMINEN	VELI-MATTI TIAINEN	ALTTI LUOMA	ESA KLEEMOLA	MIRJA SÄRKÄ	REJO PORTTIKIVI	TAPIO NEVALAINEN	SEPPO SAARI	MARTTI RANTA	OSSI HJELT	MAUNO RÖNKKÖMÄKI	SEPPO MOILANEN	MARTTI PYYNÄ

## KÄYTETYT LYHENTEET

ECE	Economic Commission for Europe (of the United Nations)
FINGIS	Suomen maastotietojärjestelmä (Finnish Geographic Information System)
HAPRO	Ympäristöministeriön ja maa- ja metsätalousministeriön rahoittama happamoitumistutkimus (1985 - 90)
IAHS	International Association of Hydrological Sciences
IAWPRC	International Association for Water Pollution Research and Control
ICSU	International Council of Scientific Unions
IGBP	International Geosphere-Biosphere Programme (of ICSU)
IHD	International Hydrological Decade
IHP	International Hydrological Programme
INGRES	Järjestelmä relaatiotietokantojen luomista ja ylläpitoa varten
ISO	International Standardization Organization
LANDSAT	Maanpinnan kaukokartoitukseen käytettävä satelliittijärjestelmä (USA)
NOAA	National Oceanographic and Aeronautics Administration (USA)
NURMES-projekti	Vesi- ja ympäristöhallinnon, metsähallituksen ja Suomen Akatemian rahoittama metsätalouden vaikutuksia tutkiva projekti
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
SPOT	Kuten LANDSAT (Systeme Probatoire d'Observation de la Terre; Ranska)
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation
VESTA-ryhmä	Arviointiryhmää avustanut suomalainen työryhmä

## LIITE 6/2

VTT	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
VYH	Vesi- ja ympäristöhallitus
VYHA	Vesi- ja ympäristöhallinto (VYH + VYP:t)
VYL	Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitos (VYH)
VYP	Vesi- ja ympäristöpiiri





